

Западно – Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана



«Лабораторное дело». Электронное учебное пособие
для студентов специальности 6В09100 «Ветеринария»



Уральск, 2024

Составители: Нургалиев Б.Е., канд. вет. наук, ассоц.профессор
Абирова И.М., PhD, и.о. доцента

Рецензент: Саденов М.М., канд. биол. наук, доцент

«Лабораторное дело». Электронное учебное пособие
для студентов специальности 6В09100- «Ветеринария»

В Электронном учебном пособии даны рекомендации по выполнению лабораторно-практических работ по дисциплине: «Лабораторное дело», приведены методы для студентов бакалавриата специальности 6В09100 «Ветеринария».

©НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана» 2024

Содержание

		Стр.
	Введение	4
1	ВЕТЕРИНАРНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ	5
	1.1 Структура ветеринарных лабораторий	5
	1.2 Охрана труда и техника безопасности при работе в ветеринарных лабораториях	12
2.	ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА	22
	2.1 Посуда общего назначения	23
	2.2 Посуда специального назначения	30
	2.3 Мерная посуда	35
	2.4 Фарфоровая и высокоогнеупорная посуда	37
	2.5 Кварцевая посуда	40
	2.6 Подготовка лабораторной посуды	41
3.	ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНИКА	47
	3.1 Оборудование и аппаратура общего назначения	47
	3.2 Специальная лабораторная техника	51
4.	ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ	60
	4.1 Химические реактивы	60
	4.2 Техника обращения с реактивами	62
	4.3 Понятие о растворах	65
	4.4 Классификация и техника приготовления растворов	67
	4.5 Красители и бактериологические краски	97
5	ЛАБОРАТОРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ	102
	5.1 Позвоночные и беспозвоночные лабораторные животные	102
	5.2 Основы разведения и содержания лабораторных животных	111
	5.3 Использование лабораторных животных	113
6.	БОЛЕЗНИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ	114
	6.1 Инфекционные болезни	115
	6.2 Инвазионные болезни	118
	6.3 Незаразные болезни	120
	Список использованной литературы.....	124

Введение

"Лабораторное дело" предусматривает методическое, техническое, организационное обеспечение и практическое выполнение лабораторных исследований:

- биологических жидкостей человека и животных с целью профилактики, диагностики болезней и контроля над результатами лечения;
- объектов окружающей среды для определения степени их загрязнения биологическими, химическими агентами, а также воздействия физических и факторов;
- по охране окружающей природной среды, обеспечению оптимальных санитарно-гигиенических условий труда работников агропромышленного комплекса, ветеринарно-санитарного состояния животных, животноводческих помещений, пастбищ, кормов, воды и т.д.; продуктов и сырья животного и растительного происхождения с целью профилактики заболеваний животных и предупреждения распространения инфекционных и инвазионных болезней человека и животных.

Цель изучения дисциплины: овладение основами лабораторного дела

Задачи:

- Подготовить специалиста для работы в ветеринарных учреждениях и лабораториях, при этом, студент, владея полученным теоретическими знаниями об лабораторных методах исследования должен знать:

- Знать работу ветеринарных лабораторий, предназначение лабораторной аппаратуры и посуды.

Иметь представление о лабораторной диагностике, и какую она имеет тесную связь с анатомией, терапией и фармакологией.

1. ВЕТЕРИНАРНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

1.1 Структура ветеринарных лабораторий

Ветеринарные лаборатории (от лат. Laboro - работаю) - учреждения, в которых проводятся исследования различных объектов, изучение их свойств, состава, строения и происходящих в них химических и биологических процессов.

Основными единицами ветеринарной сети являются ветлабораторий и научно-исследовательские учреждения.

Последние предназначены для исследовательских целей и организованы на основе специальных положений. А входят в состав научно-исследовательских или учебных заведений.

По положению в системе Государственной ветеринарной сети ветлабораторий разделяются на Республиканские, областные, городские, межрайонные и районные.

Основные задачи ветлабораторий: разработка и организация по заданию ветеринарных органов ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению и ликвидации заболеваний; проведение диагностических исследований и исследований кормов и воды, мяса и молока и других пищевых продуктов; оказание помощи ветеринарным учреждениям и ветеринарным работникам хозяйств и предприятий в зоне деятельности ветеринарных лабораторий в организации ветеринарно-санитарных мероприятий и т. д.

В задачи Республиканской и областных ветлабораторий, кроме того, входит проведение радиологических исследований объектов ветеринарного надзора, методическое руководство работой городских, межрайонных и районных ветеринарных лабораторий, а также оказание помощи ветеринарным органам и учреждениям области в организации и проведении необходимых ветеринарно-санитарных мероприятий.

Для выполнения своих задач ветлабораторий производят:

-бактериологические, биологические, серологические, токсикологические,

патологоанатомические, гистологические и др. исследования материалов, поступающих из хозяйствующих субъектов или ветучреждений;

-аллергические и другие исследования животных непосредственно в «хозяйствах» и частном секторе;

- сообщение учреждениям и лицам, приславшим материал результатов исследований и заключений с соответствующими рекомендациями;

- изучение ветеринарно-санитарного и эпизоотического состояния хозяйствующих субъектов и населенных пунктов;
- анализ эффективности ветеринарных мероприятий в зоне деятельности лабораторий;
- разработку и организацию ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению и ликвидации заболеваний животных в обслуживаемой зоне;
- консультацию ветеринарных учреждений и отдельных специалистов, а также работников крестьянских хозяйств, фермеров, частных лиц и предпринимателей по вопросам борьбы с болезнями животных;
- внедрение в практику работы ветучреждений, хозяйств, ферм и частного сектора передового опыта ветеринарного обслуживания и достижений ветеринарной науки, информирование и пропаганду ветеринарных знаний среди населения в целом.

Структура и штаты ветлабораторий зависят от местных условий и объема проводимых исследований. Так, например, для областных ветеринарных лабораторий предусмотрены отделы: бактериологический, серологический, протозоологический, химико-токсикологический, клинико-диагностический, пищевой, патологоанатомический, радиологический и отдел по исследованию и анализу кормов (рисунок 1.1).

Некоторые ветлаборатории, кроме того, имеют производственный отдел и группу эпизоотологии. В межрайонных и районных лабораториях, как правило, имеются бактериологические, серологические и химико-токсикологические отделы.

Ветеринарную лабораторию возглавляет директор – ветеринарный врач; отделы – заведующий-ветврач; штат отделения – лаборант и препаратор или санитар. В штаты некоторых отделов могут входить ветврачи-специалисты соответствующих профилей.

По типовому проекту для областной ветлаборатории предусматриваются следующие строения: лабораторный корпус, радиологическая лаборатория с резервуарами для радиоактивных сточных вод, виварий, гараж, склад дезсредств и сарай, печь для сжигания трупов и патологоанатомических материалов. Ветеринарная лаборатория должна иметь светлые, просторные помещения (предпочтительна коридорная система комнат с расположением их по обе стороны коридора). Высота потолков не менее 3 м, ширина коридоров – 2,5-3м, размеры окон – 2,2-2,4м. В каждом окне следует устраивать легко и удобно открывающиеся форточки. Площадь окон должна составлять 15-20% от общей площади освещаемого помещения. Двери должны иметь ширину не менее 1м, высоту – 2,25м. Полы застилаются линолеумом, метлахской плитой или

пластиком. Стены красят масляной краской, а в помещениях с большим скоплением паров (моечная, автоклавная, бактериологическая, уборная и т.п.) стены выкладываются изразцовой плитой.



Рисунок 1.1 Структура лаборатории

В типовых ветеринарных лабораториях для выполнения определенных видов работ и исследований оборудуются специальные помещения. Приемная комната (9-15м²) - для поступающего на исследование материала. В этой комнате устанавливают стол покрытый линолеумом, пластиком или стеклом, на котором размещают эмалированные ванночки, пинцеты, ножницы, скальпель и банку с дезинфицирующим раствором. На этом столе производят прием и сортировку поступающего материала.

На отдельном столе регистрируют поступающий материал и выдают документы. Комната для вскрытия животных (17-25м²) должна быть светлой и хорошо вентилируемой, иметь непроницаемые полы, покрытые бетоном или плиткой и стены, выкрашенные масляной краской или выложенные плиткой, водопровод с холодной и горячей водой и канализацию.

Во вскрыточной комнате устанавливают стол для вскрытия мелких животных, столик для инструментов, подвижной столик для записи

протоколов вскрытий и шкафы для хранения инструментов, халатов, перчаток, реактивов и др. Бактериологический кабинет (23-32 м²) - для проведения бактериологических исследований. В этом кабинете оборудуют ш стекленный бокс площадью 7-8м². Кабинет и боксы оснащают бактерицидными лампами.

Рабочий стол бактериолога располагают на расстоянии не менее 1м от окна и покрывают линолеумом или стеклом (рисунок 1.2). На столе размещают все необходимые реактивы, приборы, аппараты и принадлежности для приготовления, окрашивания и микроскопии.



Рисунок 1.2 Рабочий стол бактериолога.

В боксе должен быть стол, покрытый линолеумом, пластиком или стеклом, на котором располагают все необходимое для посевов исследуемого материала на питательные среды и пересевов бактериальных культур.

Для выращивания микроорганизмов в бактериологическом кабинете размещают термостат. В хорошо оборудованных бактериологических кабинетах имеются затемненные боксы для люминесцентной микроскопии.

Бактериологические кабинеты должны иметь аппараты для встряхивания, центрифуги, микроанаэроостат для выращивания анаэробов и др. лабораторное имущество.

Кабинет Асколи (11-14м²) - для исследования материала на сибирскую язву должен иметь лабораторный стол, на котором размещают штативы для пробирок, пастеровские и измерительные пипетки, биологические препараты и др. материалы, необходимые для реакции преципитации. Для разлива сывороток и антигенов в пробирки желательно иметь аппараты Кольцова или Флоринского, а также автоклав для стерилизации проб кожевенного сырья.

Серологический кабинет (20м²) - для постановки серологических реакций. Оборудуется лабораторными столами, столом для нагревательных приборов и водяных бань и шкафами для лабораторной посуды, биологических препаратов, реактивов и др. материалов.

Бактериологическая кухня (13-16м²) - для приготовления питательных сред оборудуется лабораторными столами для фильтрования и разлива питательных сред, нагревательными приборами, аппаратами для стерилизации и шкафами для хранения посуды, реактивов, готовых питательных сред и др. материалов.

Автоклавная (13-15 м²), в которой устанавливают автоклавы для стерилизации питательных сред, посуды, обеспложивания патологического материала.

Моечная комната (не менее 15м²) - для мойки посуды, инструментов и их сушки. Оборудуется столом, покрытым вытяжным шкафом для вытягивания из посуды вредных паров и газов и для последующего ее мытья хромовой смесью, а также двумя открытыми столами для мытья посуды щелочными растворами и чистой водой. Над столами подвешивают доски или полки для сушки посуды.

Клинико-диагностический кабинет (17,7м²) - для клинико-диагностических исследований крови, желудочного сока, мочи, кала и др. Кабинет оборудуют лабораторными столами и соответствующей аппаратурой для выполнения необходимых исследований.

Гистологический кабинет (16,6м²) - для патолого-гистологических исследований (рисунок 1.3). Он оснащается всем необходимым для изготовления гистологических срезов (микротомы, лабораторный стол для обработки гистологических срезов с необходимым набором посуды, красок и реактивов, рабочее место для микроскопических исследований препаратов). Для хранения банок с консервированными препаратами необходимо иметь лабораторный шкаф или музейную витрину.

Химико-токсикологический кабинет (30,4м²) - для исследований фуража, продуктов животного происхождения, воды, почвы и патологического материала на содержание ядовитых веществ. Кабинет оборудуют вытяжным и лабораторными шкафами и столами.

Пищевая лаборатория (18,5м²) - для санитарно-гигиенических исследований мяса, молока, рыбы, яиц и др. продуктов.



Рисунок 1.3 Гистологический кабинет

Кабинет для исследований качества и анализа кормов (14,2м²) используется для определения состава и качества кормов, (белков, солей каротина, витаминов, кислотности силоса, процентного содержания различных несъедобных примесей и т.д.). Кабинет должен быть обеспечен вытяжным и лабораторными шкафами и столами. В вытяжном шкафу размещают электрические приборы для минерализации и сжигания кормов.

Гельминто-протозоологический кабинет (15,4 м²) - для проведения гельминтологических, арахноэнтомологических и протозоологических исследований. На столах размещают все необходимые для проведения гельминтоскопии и гельминтоларвоскопии, а также для арахноэнтомологических и протозоологических исследований.

В некоторых лабораториях имеется производственный отдел для изготовления биостимуляторов и др. препаратов. Площадь этого отдела по типовому проекту 31,6м². В помещении отделения размещают термостатную и боксы. Кроме указанных кабинетов в лабораторном корпусе республиканских, областных ветеринарных лабораторий по типовому проекту предусматриваются кабинет для врачей эпизоотологов, склад для реактивов, материальный склад для хранения оборудования, посуды, приборов и т.п., фотолаборатория, душ и раздевалки.

Для исследований на радиоактивную загрязненность продуктов животноводства, кормов, воды и др. материалов в республиканских, областных ветлабораториях созданы радиологические отделы с резервуарами для радиоактивных сточных вод. Эти отделы размещают в

отдельном здании или в общем корпусе ветлаборатории с отдельным изолированным входом.

Радиологический отдел должен иметь по типовому проекту следующие помещения: приемную ($6,36\text{м}^2$), препаратную ($9,9\text{м}^2$), счетную - помещение для радиометрических установок ($16,3\text{м}^2$), кабинет для сотрудников, складское помещение, вентиляционную, душ и санузел.

Важным требованием к планировке, размещению и оборудованию радиологического отдела является обеспечение радиационной безопасности для обслуживающего персонала и устранение возможности загрязнения окружающей среды. Для содержания подопытных животных ветлаборатории имеют виварии, которые по типовому проекту размещаются в отдельном строении. Для профилактики внутри лабораторного заражения и возможности распространения инфекции при работе в бактериологических отделах ветеринарных лабораторий необходимо соблюдать следующие основные правила: при работе с материалом необходимо пользоваться пинцетами, иглами, крючками и другими инструментами и ни в коем случае не касаться его незащищенными руками; все предметы, находящиеся в комнате с заразными материалами, подлежат стерилизации, при отсасывании жидкого материала рекомендуется пользоваться резиновыми грушами, при этом пипетки должны быть закрыты ватными пробками.

Всю работу, связанную с посевами и пересевами, выделением культур и приготовлением препаратов из инфицированного материала, проводят в боксах у горелки, обжигая при этом края пробирок, петли, шпатели и др. Пробирки, колбы, бактериологические чашки, флаконы, в которые в процессе работы помещаются инфицированный материал, немедленно надписываются с указанием характера материала, названия и номера культуры и даты; если заразный материал попал на окружающие предметы, необходимо немедленно произвести тщательную дезинфекцию, залить инфицированные места дезинфицирующим раствором, а затем, если возможно, прожечь их горящим спиртом. Инфицированные предметы и материалы регистрируют, собирают в баки или ведра, закрывают, опечатывают и в тот же день стерилизуют. Регистрацию и учет всех культур, а также зараженных в ходе работы подопытных животных, ведут в журнале по специальной форме; и радиологическом отделе для предупреждения загрязнения поверхности тела надевают специальную пленочную одежду, обувь, халаты, фартуки, комбинезоны, нарукавники, перчатки, бахилы или резиновые сапоги. Для предохранения от попадания радиоактивных веществ внутрь организма через органы дыхания применяют специальные маски, респираторы разового пользования.

1.2 Охрана труда и техника безопасности при работе в ветеринарных лабораториях

Работа в химических, медицинских, ветеринарных, бактериологических и других лабораториях никогда не относилась к категориям безопасных.

История науки с древних времен и до наших дней изобилует примерами тяжелых несчастных случаев, нередко с человеческими жертвами. С развитием техники, условия труда сами по себе не становятся безопаснее, напротив - появляются новые, неизвестные ранее, опасные факторы. Современная наука немыслима без широкого использования электроэнергии, высокого давления и глубокого вакуума, высоких и низких температур, разнообразных агрессивных или токсических соединений, опасных бактерий, вирусов, риккетсии, большинство из которых обладают взрыва - или пожароопасными, радиационно-опасными и заразительными свойствами.

Необходимый уровень безопасности и безвредности труда в сфере науки и производства призвана обеспечить система охраны труда, которая состоит из нескольких самостоятельных взаимосвязанных разделов, с разных сторон подходящих к решению одной проблемы - защиты и сохранения окружающей среды, здоровья людей и животных:

- 1) правовые и организационные вопросы охраны труда;
- 2) производственная санитария и гигиена труда;
- 3) противопожарная безопасность;
- 4) техника безопасности.

Правовые и организационные вопросы охраны труда включают в себя законодательство по охране труда, расследование, учет и анализ производственного травматизма, разработку стандартов и инструкций по охране труда, обучение персонала безопасным методам работы, организацию службы техники безопасности и системного контроля по охране труда.

Производственной санитарией называется система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих до нормативных уровней воздействия на работающих вредных производственных факторов, т.е. факторов приводящих к заболеванию или снижению работоспособности как человека, так и животных.

Гигиена труда - область профилактической медицины и ветеринарии, разрабатывающая научные основы и практические меры обеспечения

высокой работоспособности и предупреждения профессиональных заболеваний, как человека, так и животных.

Противопожарная безопасность решает ограниченный круг задач: предотвращение пожара, ограничение его распространения, создания условий для его успешного тушения, обеспечение безопасности людей и животных и сохранение материальных ценностей.

Техника безопасности - система организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на работающих опасных факторов, являющихся причиной травмы или внезапного резкого ухудшения здоровья.

Она является неотъемлемой частью охраны труда и включает такие мероприятия как обучение и инструктаж работающих по вопросам безопасности труда, поддержание в техническом безопасном состоянии здания и сооружения, оснащение вновь создаваемого и эксплуатируемого производственного оборудования защитными и предохранительными устройствами за разработку средств коллективной и индивидуальной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, а также организацию обеспечения этими средствами рабочих и служащих.

Мероприятия по технике безопасности основаны на требованиях нормативной документации, разрабатываемой и утверждаемой в развитие соответствующих статей "Законов о труде". Основными нормативными документами, регламентирующими безопасность труда, являются государственные и отраслевые стандарты системы безопасности труда. На каждом предприятии, учреждении и организации существуют. Системы обучения, инструктажа и аттестации, работающих по вопросам безопасности труда, организуются кабинеты по охране труда. Неотъемлемая составная часть этой работы - пропаганда вопросов охраны труда с использованием билбордов, плакатов, радио, кинофильмов, лекций и бесед с работающими.

Техническая безопасность производственного оборудования должна обеспечиваться как на стадиях его разработки и изготовления, так и в ходе эксплуатации. Все разрабатываемые, серийно выпускаемые и эксплуатируемые оборудования должны отвечать требованиям системы стандартов безопасности труда. Особое значение имеет создание и внедрение в производство полностью безопасных машин и технологического оборудования, исключающих применение дополнительных средств техники безопасности при их эксплуатации. Аналогичным образом должна обеспечиваться безопасность технологических процессов.

В системе мероприятий по технике безопасности важную роль играют средства коллективной и индивидуальной защиты. Эти средства должны быть достаточно надежны и эффективны в предотвращении

воздействий на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Особое внимание обращается на эффективность вентиляционных установок и средств радиационной защиты, на безопасность электроустановок и освещение рабочих мест, на качество спецодежды, специальной обуви, защитных очков и других предохранительных приспособлений.

Работа в лаборатории связана с рядом опасных и вредных производственных факторов, с определенными проф. вредностями, поэтому организации безопасного труда работников лаборатории должно быть уделено особое внимание. Основой для безопасной и нормальной работы может служить лишь сознательное отношение и соблюдение каждым сотрудником лаборатории правил техники безопасности. Более опытные работники должны считать своей прямой обязанностью создание такой психологической атмосферы, при которой пренебрежительное отношение к требованиям правил и техники безопасности было бы невозможно.

Следует, прежде всего, на собственном примере прививать менее опытным, начинающим работникам привычки к рациональной организации рабочего места и трудового процесса, к применению наиболее безопасных приемов и способов работы, использованию коллективных и индивидуальных средств защиты. Никакое отступление от требований безопасности не может быть оправдано не особыми обстоятельствами, ни разумными доводами. Недопустимо нарушение этих требований даже при полной уверенности в том, что в данном случае нарушения не приведут к аварии. Ибо, если неправильный навык закрепится и, в дальнейшем он может быть автоматически применен в других в более сложных и опасных условиях, что обусловит непоправимые последствия. Разумеется, далеко не каждое нарушение инструкции влечет за собой несчастный случай. Однако, мелкие нарушения, входя в привычку, создают предпосылки для более серьезных нарушений.

В результате в лаборатории может возникнуть обстановка, объективно способствующая росту производственного травматизма, профзаболеваний и различных аварийных ситуаций. Конечно, никакими, даже самыми подробными инструктажами, невозможно охватить все конкретные ситуации, возникающие на практике. Поэтому важно не только знать требования техники безопасности, но и понимать их суть и уметь применять их в нестандартных ситуациях, оценивать возможные последствия любого действия.

К работе в ветеринарных лабораториях допускаются лица, прошедшие медицинские освидетельствования и инструктаж по технике безопасности. Любые работы в лаборатории надо выполнять точно,

аккуратно, без спешки. Запрещается производить в лаборатории, какие либо работы, не связанные непосредственно с выполнением порученных заданий. На рабочем месте должны находиться только необходимые для выполнения конкретной работы реактивы, приборы и оборудование. Беспорядок на рабочем месте недопустим. К любой работе можно приступать только в том случае, если все ее этапы понятны и не вызывают никаких сомнений. При проведении бактериологических исследований и во время работы с ядовитыми веществами, запрещается принимать пищу, курить за работой и рабочим столом. Работу с ядовитыми веществами следует проводить в резиновых перчатках, защитных очках, а работу с инфицированным материалом только с помощью инструментов (пинцетов, зажимов, игл, петель, крючков, корнцангов и т.д.).

При работе пипеткой с инфицированным материалом, ядовитыми и едкими жидкостями необходимо пользоваться резиновой грушей. Бывшая в употреблении посуда помещается в дезинфицирующий раствор, кипятится и промывается большим количеством воды. После соприкосновения с инфицированным материалом, руки, а также столы, на которых проводилась работа, обрабатываются дезинфицирующими растворами. Работа с особо опасным материалом проводится в изолированном помещении с применением дополнительных средств защиты нарукавников, передников, перчаток, респираторов и т.д.

Для предупреждения отравлений при работе, связанной с образованием вредных паров и газов, с летучими химическими веществами, необходимо пользоваться вытяжными шкафами. Емкости с реактивами и химическими веществами, хранящиеся в лаборатории, должны быть снабжены этикетками с разборчивыми надписями, где указаны название соединения и его химическая формула. Запрещается исправлять надписи на этикетках, наклеивать новые и этикетки, не сняв старые, наносить на тару легко смывающиеся надписи, а также пользоваться реактивами без этикеток или с неясными надписями на них. В подобных случаях необходимо с помощью анализа точно установить формулу вещества или же немедленно уничтожить его. Необходимо внимательно следить за сохранением чистоты реактивов. Ни в коем случае нельзя путать пробки от банок с реактивами, доставать вещество из банок грязным шпателем, рукой и т.д.

Запрещается сливать в раковины отходы химических реактивов, органических растворителей, водные растворы химических веществ, питательных сред для микробиологических исследований, остатки радиоактивных растворов и т.д. Отходы подобного рода следует в конце рабочего дня выносить в специально отведенные для сливов места с целью последующего централизованного их уничтожения.

Воспрещается оставлять без присмотра работающие установки, включенные электрообогревательные приборы, газовые горелки. Если необходимо ненадолго отлучиться от работающей установки, следует поручить присмотр за ней достаточно квалифицированному сотруднику, подробно проинструктировав его. Ни в коем случае нельзя поручать присмотр за установкой другим лицам, если установка не вышла на рабочий режим, работает нестабильно или имеет какие-либо отклонения от нормы. Перед уходом из лаборатории следует убедиться, что на каждом рабочем столе и в вытяжных шкафах отключена вода и электрические приборы, перекрыты газовые линии, в смонтированных приборах закончились все химические процессы, а из водяных холодильников слита вода и т.д. В системе мероприятий по технике безопасности важную роль играют средства коллективной и индивидуальной защиты. Названные средства должны быть достаточно надежны и эффективны в предотвращении отрицательного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов. Особое внимание обращается на эффективность вентиляционных установок и средств радиационной защиты, на качество спецодежды, специальной обуви, защитных очков и других предохранительных приспособлений защиты.

К индивидуальным средствам защиты относятся приборы, специальная одежда и лекарственные препараты, предназначенные для предупреждения или уменьшения вредного воздействия на организм человека и животных радиоактивных, отравляющих веществ, бактериальных сред и других факторов внешней среды в условиях производства. В зависимости от природы действующего агента индивидуальные средства защиты подразделяют на средства защиты от механических, термических, световых, звуковых, химических, биологических факторов воздействия, ионизирующих и других видов излучений. К наиболее распространенным индивидуальным средствам защиты относятся противогазы, респираторы, противошумы, защитные очки и различные виды общевойсковой и специальной одежды и обуви, а также медицинские средства защиты, предназначенные для индивидуального применения - антитоксические, противорадиационные препараты, индивидуальный противохимический пакет, защитные мази, пленки и т.д. Значительное развитие получили индивидуальные средства защиты от действия механических факторов (бронежилеты, каски, шлемы, привязные ремни).

В качестве индивидуальных средств защиты могут быть использованы также подручные средства - ватно-марлевая повязка, противопылевая тканевая маска, очки с темными стеклами, а для защиты кожи - непромокаемые накидки, плащи из синтетической ткани и т.д. (рисунок 1.4). Однако, следует отметить, что подручные индивидуальные

средства защиты обеспечивают не полную, а только кратковременную защиту.



Рисунок 1.4 Ватно-марлевая повязка

Одежда специальная (синтетическая спецодежда, устаревшая одежда защитная) - это одежда, применяемая для индивидуальной защиты работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов и обеспечивающая их работоспособность. Любую одежду, в т.ч., и производственную, следует считать рациональной, если сочетание ее слоев обеспечивает наиболее благоприятные условия в определенной окружающей его среде. Эти условия создаются вследствие образования вокруг тела искусственного оптимального микроклимата. Одежду специальную подразделяют на одежду, предназначенную для одной конкретной профессии, например - для-вырубщиков по огневой зачистке металла, сварщиков по ручной электродуговой сварке в среде углекислого газа и т.д., и на одежду, предназначенную для лиц одинаковых профессий, работающих в различных отраслях промышленности, например - для защиты от механических повреждений, воды, кислот различных концентраций, пониженных или повышенных температур и т.д.

Одежда специальная в виде курток, брюк, комбинезонов, костюмов, халатов, полушубков, тулупов, плащей, фартуков, жилетов, нарукавников и т.п. может применяться как порознь, так и в сочетании друг с другом, а также дополняться специальной обувью, средствами защиты рук (перчатки, рукавицы), головы (шапки, береты, шляпы) и предохранительными приспособлениями (наколенники, налокотники, наплечники).

В соответствии с ГОСТ 12.04.015-76 специальная одежда в зависимости от защитных свойств классифицируется на 16 групп и 36 подгрупп, рекомендуемых для обеспечения безопасных условий труда. Защитная способность такой одежды определяется свойствами ее материалов и конструкцией. При этом к каждой группе одежды предъявляются конкретные требования в соответствии с действующими факторами.

Специальная одежда для защиты от высокотоксичных (гидразин, хлорированные углеводы) и агрессивных (кислоты, щелочи) веществ изготавливается, как правило, из пленочных материалов или тканей, импрегнированных специальными пропитками.

В зависимости от того, какая часть поверхности тела человека подвергается непосредственному воздействию вредного фактора, могут быть рекомендованы костюмы, фартуки, халаты, нарукавники, бахилы, головные уборы, рукавицы и т.д., как правило, из стойких к агрессивным средам полимерных пленочных материалов и химических волокон.

Их конструкция исключает элементы, задерживающие на поверхности токсические вещества и обеспечивает герметизацию швов. Характер спецодежды, защищающей от растворов кислот и щелочей, определяется преимущественно свойствами материалов.

Выбор материалов зависит от концентрации и характера воздействующих кислот или щелочей. Соответственно контактирующей поверхности тела используют такие виды одежды как костюмы, фартуки, халаты, костюмы с накладками из защитного материала и т.п.

Для защиты и безопасности:

а) от радиоактивных веществ применяют одежду из отбеленных хлопчатобумажных и лавсановых тканей, полностью закрывающую кожные покровы и обеспечивающую легкость ее дезактивации;

б) от органических растворителей, нефти, нефтепродуктов и масел применяется спецодежда, армированная хлопчатобумажной и синтетической сетками из материалов стойких к соответствующим органическим соединениям;

в) от вредных биологических факторов (микроорганизмы, насекомые) используют хлопчатобумажную спецодежду, полностью закрывающую кожные покровы, при необходимости лицо защищают противомоскитной сеткой. Создание одежды специальной является сложной задачей, т.к. при этом необходимо обеспечить комплекс, отвечающий защитным, Эксплуатационным и эстетическим требованиям. Эти требования иногда противоречат друг другу. Часто приходится сталкиваться с противоречиями между защитными и гигиеническими требованиями. Так, например, одежда специальная - противочумный костюм. В очаге заболевания и природном очаге чумы работающий

персонал должен быть подготовлен по вопросам режима работы, вакцинирован и снабжен специальной защитной одеждой - противочумными костюмами. Противочумный костюм предназначается для предохранения от заражения чумой и некоторыми другими инфекциями. Он состоит из пижамы и комбинезона, противочумного халата, капюшона, ватно-марлевой маски (или противопылевого респиратора, фильтрующего или кислородно-изолирующего противогаза), защитных очков, резиновых (или кирзовых) сапог (или глубоких галош), носков (или чулок), тапочек, шапочки, резиновых перчаток (хирургических или анатомических) и полотенца. Костюм может быть дополнен прорезиненным полиэтиленовым фартуком и такими же нарукавниками, а так же второй парой резиновых перчаток.

Комбинезон шьют из плотной ткани (бязи или полотна) с глухой застежкой на пуговицы спереди, с завязками на щиколотках и запястьях, пижаму - из однотонной светлой ткани (рисунок 1.5).

В зимнее время при работе вне помещения комбинезоны и противочумные халаты надевают поверх теплой одежды (ватных брюк, курток и шапок), поэтому они должны быть больших размеров. Противочумный халат шьют из бязи или полотна по типу хирургического, но значительно длиннее (до нижней трети голени); полы его должны глубоко заходить одна за другую, а пояс, состоящий из двух частей (каждая пришита к отдельной доле), шире и длиннее обычного, чтобы можно было завязывать спереди петлей.



Рисунок 1.5 Противочумный костюм

Завязки высокого ворота делают по тому же типу, что и пояс. Для завязывания рукавов пришивают длинные тесемки. Капюшон, закрывающий полностью лоб, щеки, шею и подбородок, шьют также из бязи или полотна, противочумную косынку размером 90х90х125см - из той же ткани. Ватно-марлевую маску изготавливают из куска марли длиной 125см и шириной 50см. В средней части куска марли в продольном направлении укладывают слой ваты длиной 25см, шириной 17см (масса ваты 20г), толщина слоя 1,5-2,0см. Края маски заворачивают, концы ее разрезают вдоль, немного не доходя до ватной прослойки (длина разреза 50см), после этого маску складывают, завертывают в бумагу и стерилизуют. В качестве защитных очков используют очки типа летних с широкими плотно прилегающими краями, изогнутыми стеклами или любой другой конструкции, обеспечивающей герметичность.

В зависимости от характера выполняемой работы применяют 4 основных типа защитных костюмов. Первый тип - полный противочумный костюм - состоит из пижамы и комбинезона, капюшонов или большой косынки, противочумного халата, ватно-марлевой маски, резиновых перчаток, очков, носков, сапог и полотенца. Второй тип - облегченный противочумный костюм - в него входят те же предметы за исключением очков. Третий тип противочумного костюма состоит из пижамы, противочумного халата, большой косынки, резиновых перчаток, носков, галош и полотенца. Четвертый тип костюма включает пижаму, противочумный (хирургический) халат, медицинскую шапочку (малую-косынку), носки и тапочки. Использование того или иного типа противочумного костюма регламентируется специальной инструкцией о противозидемическом режиме работы с материалом, зараженным или подозрительным на зараженность возбудителями карантинных инфекций.

Противочумный костюм надевают до входа в помещение, где работают с заразным материалом, или на территорию очага. Чтобы в костюме было удобно и безопасно работать, надо его надевать перед зеркалом и в строго установленной последовательности. Сначала пижаму или косынку, затем носки, сапоги, капюшон (или большую косынку), противочумный халат, ватно-марлевую маску, очки и перчатки. При вскрытии трупов дополнительно надевают клеенчатый (полиэтиленовый) фартук, такие же нарукавники и вторую пару резиновых перчаток, полотенце закладывают за пояс фартука. Продолжительность работы в костюме 1 типа - 3 часа (в жаркое время - 2 часа), после этого необходим перерыв - 1 час. После окончания работы костюм снимают медленно, в строго установленном порядке, погружая руки в перчатках в дезинфицирующий раствор, после снятия каждой части костюма. Сапоги (или галоши) протирают сверху вниз отдельными тампонами, обильно смоченными дезинфицирующим раствором. Вынимают и погружают в

дезинфицирующий раствор полотенце. Протирают ватным тампоном, смоченным дезинфицирующим раствором фартук и снимают его, сворачивая наружной стороной во внутрь. Снимают нарукавники и верхнюю пару перчаток, затем очки, плавным движением оттягивая их двумя руками вперед, вверх и назад, за голову и погружают в банку 70%-ным спиртом.

Ватно-марлевую маску развязывают и не касаясь лица наружной ее стороной, снимают, свертывают внутрь наружной стороной, начиная с конца завязок и не выпуская их из рук. Развязывают завязки ворота, пояса и халата, затем, опустив верхние края перчаток - тесемки рукавов, снимают халат и заворачивают его наружной стороной внутрь. Снимают косынку, осторожно собирая концы ее на затылке в руку, затем перчатки, целостность которых проверяют, заполнив их дезинфицирующим раствором. Сапоги снимают после повторного обмывания их в баке с дезораствором. После снятия защитного костюма руки обрабатывают 70%-ным спиртом и тщательно моют с мылом. После работы в защитном костюме рекомендуется принять душ.

Противочумный костюм обеззараживают после каждого применения путем кипячения, автоклавирования или замачивания в дезинфицирующем растворе.

Техника безопасности при работе с ветеринарной аппаратурой. В зависимости от видов конструкций ветеринарной аппаратуры, способов ее применения и обслуживания, типов помещений, где она эксплуатируется, возможны различные вредные и производственные воздействия на обслуживающий персонал.

К ним относятся поражения электрическим током, повышенные уровни ионизирующих, электромагнитных, ультрафиолетовых, инфракрасных, ультразвуковых, отраженных и рассеянных лазерных излучений в рабочих зонах, высокая или низкая температуры поверхности аппаратуры, взрыва - и пожароопасность, высокий уровень шума и вибрации на рабочем месте, опасность механических повреждений, вредные химические и биологические воздействия и др.

Основой техники безопасности при работе с ветеринарной аппаратурой является постоянное поддержание ее в исправном техническом состоянии, соблюдение инструкций и правил применения, устройства электроустановок для питания аппаратуры, а также общих и отраслевых правил эксплуатации приборов и аппаратов.

Система организационных мероприятий по технике безопасности при работе с электрическими аппаратами включает своевременный инструктаж и обучение ветеринарного и технического персонала безопасным приемам работы, правильную организацию рабочего места и режима труда, применение защитных средств, надзор во время работы,

допуск к самостоятельной работе только специально обученного персонала не моложе 19-лет, пригодного, по состоянию здоровья и квалификации (аттестованного) к осуществлению эксплуатации, монтажа, технического обслуживания и ремонта, разработку программы периодических осмотров и технических испытаний аппаратуры и электрических установок, применение предупредительных надписей и знаков.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ ПОСУДА

Посуда химическая лабораторная. Изделия из стекла, кварца, фарфора, платины и др. материалов, применяемые для препаративных и химико-аналитических работ. П. х. л. должна быть устойчива к воздействию химических реагентов, легко отмываться от загрязнений, а материал ее должен быть термоустойчив и обладать малым коэффициентом теплового расширения.

По назначению она может быть разделена на мерную, немерную и специального применения.

Мерная посуда имеет точную градуировку, ее нельзя нагревать. Мерная посуда, различается по емкости, диаметру и формам. К ней относятся: пипетки - для отбора жидкостей (0,1-100 мл) и газов (от 100 мл и выше); бюретки (1-100 мл) - для титрования, измерения точных объемов (различают микробюретки, бюретки объемные, весовые, поршневые, газовые); мерные колбы (10-2000 мл) - для отмеривания и хранения определенных объемов жидкостей: мерные мензурки и цилиндры (градуированы менее точно).

К немерной, или общего назначения, относятся: изделия, употребляемые с нагревом, - пробирки (5-25 мл), стаканы (5-1000 мл), колбы (10-1000 мл, плоскодонные, круглодонные, конические), реторты (до 3 л); употребляемые без нагрева - пробирки (из толстостенного стекла) для центрифугирования, воронки для переливания и фильтрования жидкостей и делительные воронки (от 25 мл и выше, цилиндрические, грушевидные и шарообразные), кристаллизаторы (плоскодонные сосуды), холодильники для охлаждения и конденсации паров и собирания конденсата (специальные и универсальные), сифоны (различных форм и размеров, применяются для переливания жидкостей). Водоструйные насосы (ускоряют фильтрование, создают при перегонке вакуум над кипящей жидкостью), склянки (служат в качестве резервуара, из которого жидкость поступает в др. сосуд, например в бюретки при титровании), бюксы с пришлифованными крышками (для хранения веществ), капельницы различного устройства (для дозировки жидкости).

Специального назначения относятся: колбы для дистилляции, аллонжи - изогнутые трубки (для соединения холодильника с приемником), дефлегматоры (насадки, представляющие собой трубки с расширением и отводом в верхней части; применяются при фракционированной перегонке); колбы грушевидной формы, применяющиеся для определения азота («колбы Кьельдаля»); эксикаторы для медленного высушивания и сохранения веществ, легко поглощающих влагу из воздуха (в т. ч. вакуум-эксикаторы); различного вида склянки для промывания газов с целью освобождения их от примесей, Киппа аппарат для получения лабораторных количеств газов (CO_2 , H_2S и др.), трубки различной формы (например, хлоркальциевые U-образные) для сушки и очистки газов от механических загрязнений.

2.1 Посуда общего назначения

Одна из «ходовых» посуды общего назначения - это пробирки разной формы и из различных материалов. Пробирки представляют собой узкие цилиндрической формы сосуды с закругленным дном различной величины и диаметра и из различного стекла. Обычные лабораторные пробирки изготавливают из легкоплавкого, но для особых работ, когда требуется нагревание до высоких температур, пробирки изготавливают из тугоплавкого стекла или кварца.

Кроме обычных простых пробирок применяют также градуированные и центрифужные конические пробирки. Пробирки используются для проведения качественных реакций и в микроколичественном анализе.

При проведении реакции в пробирке реактивы не следует применять в слишком большом количестве. Совершенно недопустимо, чтобы пробирки были наполнены до краев. В пробирках можно проводить нагревание малого объема жидкости на голом пламени горелки, держа пробирку за верхнюю часть, держа гелем. Нагревание жидкости начинают с верхнего слоя, так как нагревание снизу приводит к бурному вскипанию и выбрасыванию жидкости. При нагревании открытый конец пробирки должен быть обращен в сторону от работающего и от соседей по столу. Когда не требуется сильного нагрева, пробирку с нагреваемой жидкостями лучше опустить в горячую воду.

Химические воронки выпускают различных размеров - верхний диаметр их составляет 35, 55, 70, 100, 150, 200, 250 и 300 мм (рисунок 2.1).

Обычные воронки имеют ровную внутреннюю стенку, но для ускоренного фильтрования иногда применяют воронки с ребристой внутренней поверхностью. Воронки для фильтрования имеют угол 45°C и срезанный длинный конец.

Разделительные воронки применяют для разделения несмешивающихся жидкостей (например, воды и масла и т.д.). Они имеют цилиндрическую или грушевидную форму и в большинстве случаев снабжены притертой стеклянной пробкой. В верхней части отводной трубки находится стеклянный кран. Емкость делительных воронок различна (от 50мм до 2л), в зависимости от емкости меняется и толщина стенок. Чем меньше емкость воронки. Тем тоньше ее стенки и наоборот.



Рисунок 2.1 Посуда общего назначения (воронки)

Капельные воронки отличаются от делительных тем, что они более легкие, тонкостенные и в большинстве случаев с длинным концом. Эти воронки применяют при многих работах, когда вещество добавляют в реакционную массу небольшими порциями или по каплям. Поэтому они составляют часть прибора.

Перед работой с делительной или капельной воронкой шлиф стеклянного крана нужно осторожно смазать вазелином или специальной смазкой. Это дает возможность открывать кран легко и без усилий, что очень важно, так как, если кран открывается туго, то можно при открывании сломать его или повредить весь прибор.

Смазку нужно наносить очень тонким слоем так, чтобы при поворачивании крана она не попадала в трубку воронки или внутрь отверстия крана. Для более равномерного стекания каплей жидкости из

капельной воронки и для наблюдения за скоростью подачи жидкости применяют капельные воронки с насадкой.

У таких воронок сразу после крана находится расширенная часть, переходящая в трубку. Жидкость через кран поступает в это расширение по короткой трубке и затем в трубку воронки.

Химические стаканы представляют собой тонкостенные цилиндры различной емкостью (от 50 до 2000 мл).

Бывают высокие и низкие, с носиками и без носиков. Выпускаются также стаканы со шкалой, стакан Филлипса, с конусными стенками и носиком.

Стекланные стаканы применяют для проведения химических реакций, кислотного разложения. Нагревать стаканы из обычного стекла на голом пламени нельзя (от этого они лопаются).

В них можно проводить нагревание жидкости на газовых или электрических плитах с закрытой спиралью через асбестированную сетку или на песочных, или водяных банях.

Перед установкой на плиту стакан с жидкостью тщательно вытирают снаружи полотенцем для удаления капель и влаги.

Стекланные плоскодонные колбы бывают круглые или конические. Выпускаются вместимостью от 50 мл до 100 мл, со шлифом и без шлифа на горле. Колбы конические (Эрленмейера) могут быть узкогорлые и широкогорлые (рисунок 2.2).

Конические колбы, снабженные с притертой пробкой, называют "колбами для определения йодного числа". В колбах проводят химические реакции титрования, препаративные и другие работы. Колбы с жидкостью нагревают, как и стаканы на электрических или газовых плитах (или на сетке). Колбы из жаростойкого стекла можно нагревать на голом пламени горелки, можно нагревать, поместив колбу на кольцо штатива, но при этом нельзя допускать, чтобы в колбе было слишком мало или слишком много жидкости.

Снаружи колба должна быть досуха вытерта. Нередко горло колбы бывает необходимо закрыть. Для этого можно пользоваться часовыми стеклами соответствующего размера, но значительно удобнее применять стеклянную крышку.

Рекомендуется так же стеклянные колпаки. Колпаки удобны для колб, в которых хранят дистиллированную воду или другие реактивы, так как хорошо защищают их от пыли и попадания посторонних веществ.

Колбы для отсасывания (Бунзена) используют в тех случаях, когда фильтрацию ведут с применением вакуум-насоса. Колбы имеют тубус, находящийся в верхней части ее. Тубус соединяют резиновой трубкой с предохранительной склянкой, а затем с вакуум-насосом. В горло колбы вставляют воронку, укрепленную в резиновой пробке.

Колбы для отсасывания бывают различной емкости и формы. Чаще всего в лабораториях используются колбы конической формы, как наиболее устойчивые и удобные.



Рисунок 2.2 Колбы

При фильтровании больших количеств жидкостей в колбе собирается много фильтрата, для сливания которого приходится разбирать установку. В таких случаях удобнее пользоваться колбами Бунзена с краником расположенным около дна.

При использовании таких колб фильтрат сливают через кран в подготовленный приемник, закрыв предварительно вакуум – насос. Колбы Бунзена делают из толстого стекла, так как при работе они могут быть раздавлены атмосферным давлением. Работающие колбы Бунзена (во избежание несчастного случая) рекомендуется закрывать полотенцем или ящиком из толстого картона или жести.

Иногда на наружную стенку посуды, спиралью наклеивают липкую прозрачную пленку из поливинилхлорида, накладывая слои на слой так, чтобы каждый виток захватывал около половины предыдущего слоя. Так получается хорошая защита от осколков стекла при взрыве.

К каждой колбе для фильтрования следует заранее подобрать несколько резиновых пробок (2-3) с отверстием разных диаметров, которые подходили бы к наиболее часто употребляемым воронкам. Колбы Бунзена, еще не бывшие в употреблении, следует предварительно проверить.

Вначале колбу осматривают снаружи, если на ней будут обнаружены царапины, колбу применять для работы с вакуумом нельзя, так как при создании вакуума она обязательно лопнет.

Затем колбу закрывают резиновой пробкой, завертывают полотенцем или же помещают в предохранительный ящик и только после этого присоединяют к вакуум-насосу. Кристаллизаторы - тонкостенные стеклянные, плоскодонные сосуды различных диаметров и емкостей, их применяют при перекристаллизации веществ, а иногда в них проводят выпаривания. Нагревать кристаллизаторы можно только в водяной бане.

Промывалки - служат для ополаскивания посуды, промывания осадков на фильтрах и стенах сосудов. Изготавливаются в лаборатории из колб емкостью от 0,5 до 2л. Очень удобны в работе полиэтиленовые промывалки, но их нельзя применять для слишком горячих промывных растворов. Для изготовления промывалки используют колбу с резиновой пробкой, в которой просверливают два параллельных отверстия. Изготавливают 2 изогнутые трубки - короткую и длинную, а также трубку с оттянутым концом (пипетку).

Углы изгибов нужно стремиться сделать более пологими, пользуясь плоским пламенем. Для получения плоского пламени используют насадку "Ласточкин хвост". Концы трубок и пипетки следует хорошо оплавить. Трубки вставляют в отверстия пробки.

Для этого концы трубок смачивают в воде (в глицерине или в водном аммиаке), руку обвертывают полотенцем и осторожно, слегка вращая пробку, как бы надевают ее на трубки. Стеклянную трубку следует держать, возможно, ближе к концу, на который надевается пробка. Сильного нажима следует избегать. Пипетку с помощью резиновой пробки соединяют с длинной трубкой промывалки. После сборки промывалку моют и заполняют дистиллированной водой.

Холодильники - служат для конденсации паров кипящей жидкости в аппаратах для перегонки (рисунок 2.3). В зависимости от условий работы жидкость обрабатывается в холодильнике при охлаждении паров (конденсат) и должна или отводиться в приемник, или возвращаться в сосуд, в котором проводят нагревание. Это различие в назначении холодильников - определяет их форму и название. Холодильники, предназначенные для собирания конденсата называют прямыми или нисходящими, а холодильники, из которых конденсат возвращается в процесс - обратными.

Прямые холодильники (Либиха). Очень распространены в лабораториях холодильники Либиха, состоящие из длинной стеклянной трубки (форштоса X один конец которой расширен). Эту трубку пропускают через стеклянную или металлическую рубашку или муфту, и закрепляют отрезками резиновой трубки, насаженными на концы муфты. Иногда встречаются холодильники Либиха, у которых холодильная трубка спаяна с рубашкой. На концах муфты (перпендикулярно к ее оси) расположены по одному отводу.



Рисунок 2.3 Холодильники

На них надевают резиновые трубки, одну из которых находящуюся около узкого конца соединяют водопроводным краном, а другую отводят в сточную трубу. При таком присоединении трубок вода в холодильнике движется навстречу парам охлаждаемой жидкости. Присоединяя холодильник, необходимо соблюдать следующие правила: вода должна поступать в холодильник всегда из нижнего опущенного и выходить из верхнего приподнятого конца.

Холодильная рубашка (муфта) должна быть всегда заполнена водой. Иначе при продолжительной перегонке холодильная трубка сильно нагревается и на границе с уровнем воды может лопнуть. При долгом употреблении в холодильной рубашке часто образуется красновато-

желтый налет окислов железа, попадающих с водой из водопроводных труб. Налет мешает видеть холодильную трубку и его нужно периодически удалять.

Для этого холодильник отъединяют от водопроводного крана, выпускают всю воду и наливают в холодильную рубашку 10-16%-ную соляную кислоту, при этом на резиновые трубки около отводов надевают зажимы. Осторожно поворачивая холодильник, растворяют в соляной кислоте налет окислов железа, затем кислоту выливают, холодильник снова соединяют с водопроводом и прогоняют воду в течение 5-6 мин. Перегонять жидкость, применяя холодильник Либиха, можно только когда температура ее паров не превышает 150°C.

Обратные холодильники могут быть шариковыми (холодильники Аллина), змеевиковыми и других форм. У шариковых холодильников трубка состоит из шарообразных расширений, а у змеевиковых свернута в виде спирали. Такая форма трубок увеличивает поверхность охлаждения и при этом происходит более полная конденсация паров.

Холодильник Аллина устанавливают только в вертикальном положении, но не наклонном, так как в последнем случае в шариках будет собираться сконденсированная жидкость, мешающая правильному отбору фракций.

Шариковый холодильник Сокслета чаще всего применяют как обратный. Охлаждающая вода поступает через малый отвод во внутреннюю шарообразную полость и вытекает из правого отростка. Пары жидкостей проходят между внутренней поверхностью и наружной стенкой. Таким образом, пары охлаждаются сразу с обеих поверхностей; с наружной - воздухом, а с внутренней - холодной водой.

Имеется ряд специальных холодильников, например, холодильники у которых холодильная трубка имеет вид спирали. Это делается для того, чтобы, не увеличивая размер холодильника, увеличить поверхность охлаждения.

Холодильники Домрата являются универсальными, так как их можно применять в качестве нисходящего и обратного. Холодильник выдерживает значительные перепады температур. Преимуществом его является и то, что на его внешних стенках пары воды из окружающей среды не конденсируются.

Сифоны - приспособления для переливания жидкостей. При работе с сифоном конец опускают в переливаемую жидкость, конец закрывают пальцем (зажимом), через конец всасывают жидкость ртом или при помощи водоструйного насоса.

Круглодонные колбы изготавливают из обыкновенного и специального стекла, и они используются при многих работах. Для

нагревания круглодонных колб на голом пламени применяют асбестированные сетки с полушаровидными углублениями.

2.2 Посуда специального назначения

Колбы Кьельдаля имеют грушевидную форму и удлиненное горло, их применяют для определения азота по Кьельдалю, емкость их обычно от 300 до 800мл. Такие колбы изготавливают из тугоплавкого и термостойкого стекла типа "Пирекс" (рисунок 2.4).

Колбы для дистилляции. Для перегонки жидкостей применяют специальные колбы, например колбы Вюрца, Клайзена, Арбузова и др.

Колбы Вюрца. Колба Вюрца представляет собой круглодонную колбу с отводом для вставки прямооточного холодильника Вейгеля-Либиха. Колба Шарля Вюрца используется для перегонки при атмосферном давлении.



Рисунок 2.4 Посуда специального назначения

Колба Вюрца (реакционный сосуд) закрепляется через резиновое или силиконовое кольцо на лапке штатива, при перегонке колбу Вюрца нагревают на открытом пламени горелки Бунзена. В отвод колбы Вюрца

вставляется прямоточный холодильник Либиха. В резиновую пробку вставляют термометр для мерки температуры кипения перегоняемой жидкости.

Колба Клайзена. Колба Клайзена отличается от колбы Вюрца тем, что ее горло имеет две горловины (шейки), одна из которых (боковая) снабжена пароотводной трубкой (отростком) коленчатой формы для соединения с холодильником. Эта горловина должна иметь одинаковый диаметр по всей своей длине и не суживаться в месте спая со второй горловиной, в противном случае происходит захлебывание стекающей флегмой и неравномерное кипение жидкости в колбе.

Иногда шейки бывают с одним или несколькими шаровидными расширениями. Применение колбы Клайзена дает возможность укреплять в горлах колбы термометр и капиллярную трубку.

Такая конструкция снижает до минимума возможность переброса перегоняющейся жидкости в дистиллят при вспенивании или разбрызгивании. При перегонке малых количеств жидкости очень удобны грушеобразные колбы Клайзена. Колбу Клайзена погружают в баню, обеспечивающую равномерное нагревание. Температура нагрева должна быть примерно на 20-30⁰С выше температуры кипения перегоняемого вещества. При нагревании в бане колбу погружают в баню таким образом, чтобы уровень перегоняемой жидкости был немного ниже уровня жидкости в бане.

«Колба Арбузова». Перегонная колба, усовершенствованная колба Клайзена с шарообразным утолщением боковой горловины и добавочной трубкой. Утолщение играет роль дефлегматора и вместе с трубкой обеспечивает возврат жидкости при внезапном вскипании. При работе с колбой Арбузова исключается возможность попадания жидкости из колбы в приемник, так как оба горла колбы соединены между собой и в случае внезапного вскипания жидкость попадает в расширенную часть и стекает обратно в колбу (рисунок 2.5).

Аллонжи конструктивный элемент химических приборов. Применяется в основном при перегонке для соединения холодильника с приёмником и при других работах. В конический притертый шлиф — муфту аллонжа входит внутренний притертый шлиф — керн холодильника. Узкий конец аллонжа опускают в приёмник. Аллонж применяется при работах по дистилляции, перегонке и других процессах в органическом синтезе.

Дефлегматоры - или насадки для дистилляции, представляют собой трубки, снабженные расширениями и имеющие в верхней части отводную трубку. Дефлегматоры применяют при фракционной перегонке, они бывают самых разнообразных форм и размеров позиции. При работе с

дефлегматорами нужно соблюдать осторожность, так как они легко ломаются.



Рисунок 2.5 Колбы, дефлегматоры, аллонжи, вакуум-эксикатор

Вакуум-эксикаторы. Сосуд, в котором поддерживается определенная влажность воздуха (обычно близкая к нулю), изготовленный из толстого стекла или пластика. Плоскость соединения с крышкой для достижения герметичности смазывается специальной смазкой. Используется для медленного высушивания при комнатной температуре, хранения гигроскопичных соединений, при гравиметрии, когда важно не допустить насыщения исследуемых веществ неопределённым количеством воды из воздуха.

Склянки Вульфа - толстостенные склянки вместимостью от 250 мл до 5л, имеют два или три горла и нижний спускной тубус. Используются для промывки газов, а также в качестве предохранительных склянок при вакуумной дистилляции или фильтровании с отсасыванием (рисунок 2.6).

Склянки Дрекселя представляют собой цилиндр со стеклянной пробкой, через которую до самого дна цилиндра проходит трубка, от трубки же отходит отводная трубка.

Склянки Тищенко отличается от склянок Вульфа тем, что внутри имеют перегородки, делящие склянки на две сообщающиеся между собой части.



Рисунок 2.6 Склянки, аппарат Киппа

Аппарат Киппа служит для получения двуокси углерода, сероводорода и других газов. Нижняя часть аппарата состоит из широкого резервуара (у некоторых аппаратов этот резервуар имеет тубус), над ним находится шарообразное расширение, имеющее тубус для отвода газа, верхняя часть аппарата представляет собой грушевидную воронку.

Для того, чтобы зарядить аппарат Киппа поступают следующим образом: вынимают резиновую пробку из тубуса и через него в среднюю расширенную часть аппарата вводят вещество для получения газа (мрамор для получения двуокси углерода, сернистое железо для получения сероводорода, цинк для получения водорода и т.д.).

Куски насыпаемого твердого вещества должны быть не менее 1см, но и не очень большими (пользоваться порошком не рекомендуется, так как при этом слишком бурно выделяются газ и возможен прорыв его через верхнюю часть). В тубус вставляют резиновую пробку, снабженную трубкой со стеклянным краном.

Затем в аппарат, открыв газоотводный кран тубуса. Наливают через горло грушевидной воронки раствор (разбавленный раствор соляной кислоты при получении двуокси углерода сероводорода или водорода). Жидкость наливают в таком объеме, чтобы уровень ее достиг половины верхнего шарообразного расширения нижней части.

Пропускают газ в течение 5-7 минут, чтобы вытеснить воздух из аппарата, после чего закрывают газоотводный кран, а в горло вставляют предохранительную воронку.

Газоотводную трубку тубуса соединяют с тем прибором, куда нужно пропускать газ.

Пока кран закрыт, выделяющийся газ вытесняет кислоту из шарообразного расширения аппарата и последний перестает работать. Если же открыт газоотводный кран, кислота вновь попадает в резервуар с мрамором или другим веществом и аппарат начинает работать.

Капельницы - сосуды для жидкостей, расходуемых по каплям. Наибольшим распространением пользуются капельницы, снабженные стеклянной пробкой с желобком, через который жидкость может вытекать каплями (рисунок 2.7).

Каплеуловители - стеклянные приборы, применяемые при некоторых исследованиях и анализах (определение белка в отгонных аппаратах). Они предназначены для улавливания капель, уносимых парами кипящей жидкости, или для улавливания воды при определении содержания ее аппаратами Дина или Старка.

Существует несколько типов каплеуловителей - насадки Къельдаля, чешский каплеуловитель, каплеуловитель с водяным затвором, насадка Конта, Геккеля и др.

Петри чашки (немецкий микробиолог, 1852-1921гг.) - посуда, используемая в бактериологической лаборатории для выращивания бактерий на плотных питательных средах.

Предложена в 1887г. Петри, ассистентом Р. Коха. Петри чашки состоит из двух плоских мелких стеклянных чашек, одна из которых служит крышкой. Диаметр и высота Петри чашки различны. Обычные Петри чашки имеют диаметр 1см, а высоту 1,5см. Петри чашки изготавливают из нейтрального стекла, мало выщелачивающегося при мойке и стерилизации

Конвея чашки - по форме напоминают стеклянный лабораторный кристаллизатор диаметром 7-8 см, в центральную часть которого впаян дополнительный (внутренний) цилиндр.

Применяются для определения аммиака в растворах, а также в крови, моче и при ферментативных реакциях, сопровождающихся освобождением аммиака.

Предметные стекла - служат для проведения качественных микрокристаллоскопических реакций и для бактериологических исследований. Желательно использовать тонкие стекла, так как они лучше выдерживают нагревание. Брать их следует рукой за края или пинцетом.



Рисунок 2.7 Капельницы, каплеуловители, Петри чашки, предметные стекла, Конвей чашки

2.3 Мерная посуда

Мерной посудой - называют посуду, применяемую для измерения объема жидкостей: мерные цилиндры, мерные колбы, пипетки, бюретки и т.д. (рисунок 2.8).

Пипетки служат для точного отмеривания определенного объема жидкости. Различают пипетки для жидкостей и газовые пипетки. Обычные пипетки (пипетки Мора) представляют собой трубки небольшого диаметра с расширением посередине.

Нижний конец пипетки слегка оттянут и имеет диаметр около 1мм. Применяются автоматические пипетки емкостью от 1 до 10мл с притертой пробкой и без нее. Для заполнения пипетки наклоняют колбу так, чтобы жидкость вливалась в пипетку через внутреннее отверстие, затем колбу приводят в первоначальное положение. При этом избыток жидкости стекает обратно в колбу.

Отмеренный объем жидкости выливают через сливное отверстие. Для отмеривания малых объемов жидкости применяют микропипетки емкости от 0,1 до 5-10 мл. Микропипетки часто градуируют, они имеют деления в 0,01мл, что позволяет делать отсчет с точностью 0,002-0,005 мл.

При использовании пипеток нужно обязательно придерживаться следующих правил:

1. Пипетка при отборе жидкости всегда должна находиться в строго вертикальном положении;
2. При установке нижнего мениска на уровне черты, глаз наблюдателя должен быть расположен в одной плоскости с меткой.



Рисунок 2.8 Мерная посуда

Бюретки - специальные стеклянные градуированные трубки, применяемые в лабораториях для титрования и отмеривания точных объемов жидкостей или газов. Бюретки для жидкостей имеют на всем протяжении одинаковый диаметр и лишь в нижней части сужаются и заканчиваются стеклянным краном или резиновой трубкой с зажимом Мора.

Вместо зажима в качестве запирающего устройства пользуются также стеклянным шариком, плотно вставленным в просвет резиновой трубки. В этом случае жидкость из бюретки вытекает, если резиновую трубку сжать двумя пальцами так, чтобы между внутренним просветом ее и шариком образовалась щель.

Для более точной дозировки конец крана сужен или на резиновую трубку надета стеклянная трубочка с оттянутым кончиком. Емкость градуированной части бюреток 10-25, 50-100мл. Деления начинаются сверху на некотором расстоянии от края. Применяются также бюретки,

имеющие специальные приспособления для их заполнения и автоматической установки жидкости на нулевой уровень.

При необходимости бюретки соединяют с бутылью, содержащей титрованный раствор.

Применяют бюретки малого объема - микробюретки, емкостью 1-5мл, «калиброванные» по 0,01мл. В микроколичественном анализе при работе с объемами порядка 0,001-0,5мл в качестве бюретки используют микропипетки соответствующей емкости.

Газовые бюретки служат для измерения объемов газа. В отличие от бюреток для жидкостей, кран газовых бюреток расположен в их верхней части.

Мерные цилиндры - стеклянные толстостенные сосуды с нанесенными на наружной стенке делениями, указывающими объем в миллилитрах. Они бывают самой различной емкости от 5-10мл до 1л и больше.

Кроме цилиндров для той же цели используют мензурки. Это сосуды конической формы, на стенке которых имеются деления. Они очень удобны для отстаивания мутных жидкостей, когда осадок собирается в нижней, суженной части мензурки.

Мерные колбы - необходимая посуда для большинства аналитических работ. Они представляют собой плоскодонные колбы различной емкости. В большинстве случаев мерные колбы имеют пришлифованные стеклянные пробки.

Различают узкогорлые и широкогорлые мерные колбы. На горле колбы имеется кольцевая метка, а на самой колбе вытравлено число, указывающее ее емкость в миллилитрах при определенной температуре.

Мерные колбы служат для разбавления всякого рода растворов определенного объема или же для растворения какого-либо вещества в определенном объеме соответствующего растворителя.

Стеклянные приборы и принадлежности для определения плотности различных веществ.

2.4 Фарфоровая и высокоогнеупорная посуда

Фарфоровые изделия по сравнению со стеклянными, характеризуются большей химической и термической стойкостью. В состав разных видов фарфора входит от 20 до 60 % каолина, 20-40 % кварца и 20-60 % полевого шпата. Обжиг изделий производят при температуре 1200-1400°C (рисунок 2.9).

Многие фарфоровые изделия покрывают глазурью. Недостатком изделий из фарфора является то, что они тяжелы, непрозрачны и значительно дороже стеклянных.

Стаканы (бокалы). Цилиндрические сосуды с носиками, бывают восьми номеров вместимостью от 50 до 4000мл. Применяют для растворения, перемешивания и нагревания на водяной или песочной бане, на газовой горелке через асбестированную сетку.



Рисунок 2.9 Фарфоровая и высокоогнеупорная посуда

Выпарительные чашки. Круглые, тонкостенные, невысокие сосуды с носиком для сливания жидкости. Бывают восьми размеров вместимостью от 28 до 4600мл, с диаметром от 3-4 до 50см и больше.

Ступки с пестиками. Круглые, толстостенные сосуды с носиком. Внутренняя поверхность ступки не покрывается глазурью. Они применяются для тонкого измельчения.

Кружечки с ручками и носиками. Высокие, толстостенные цилиндры. Бывают вместимостью от 250мл до 2л. Служат для разливки кислот, концентрированных растворов щелочей и смешивания кислот. Могут применяться для нагревания жидкостей на песочных банях или на асбестированной сетке до 300°C.

Тигли бывают высокие и низкие. Существует 5 номеров высоких тиглей и 6 - низких. Различаются они между собой размерами и вместимостью. Тигли применяются для сушки, озоления и прокаливания

осадков. Их нагревают постепенно, сначала над пламенем горелки, затем в нужной зоне пламени до требуемой температуры.

Тигли можно прокаливать постепенно, нагревая в муфельной печи до 1200°C.

По окончании прокаливания тиглям дают несколько остыть на воздухе, затем помещают в эксикатор. Не рекомендуется брать раскаленные тигли холодными щипцами и ставить их на металлические или керамические подставки, лучше ставить тигли для остывания на асбестированную сетку.

В фарфоровых тиглях нельзя проводить плавление с щелочами и с карбонатом натрия, а также работать с фтористо-водородной кислотой, так как фарфор при этом разрушается. Иногда тигли снабжены крышками, которые применяют для закрывания тиглей во избежание распыления или потерь веществ из-за разбрызгивания.

Воронки Бюхнера - имеют между цилиндрической и конусной частью перегородку с большим числом отверстий. Выпускаются шести размеров вместимостью от 68 до 2720мл. Воронки применяют для отфильтровывания осадков из нейтральных, кислых и щелочных растворов через бумажный фильтр в горячем или холодном состоянии с применением отсасывания.

Для работы чисто вымытую воронку вставляют на резиновой пробке в колбу Бунзена для фильтрования. На сетчатую перегородку укладывают два кружка фильтровальной бумаги, диаметр которых примерно на 1мм меньше внутреннего диаметра воронки.

Когда кружки уложены в воронку, их следует слегка смочить дистиллированной водой или той жидкостью, которую будут фильтровать. При этом фильтровальная бумага плотно прижимается к сетчатой перегородке и предотвращает попадание твердого вещества в фильтрат.

Ложки и шпателя. Ложки используются для набирания сухих веществ при взвешивании. Шпатель представляет собой стержень с расширениями на концах в форме лопаток. Одна лопатка обычно меньше другой, концы лопаток немного заострены. Шпатель применяют для отбора веществ во время взвешивания, для снятия осадков с фильтров, для растирания веществ и т.п.

Высокоогнеупорная посуда. В тех случаях, когда требуется нагревание до температуры, превышающей 1200°C следует пользоваться тиглями из высокоогнеупорных материалов, к которым относятся кварц, графит, шамот, так называемая гессенская глина, платина, окислы многих металлов, карбиды некоторых металлов и др.

Шамотные, Алундовые, Графитовые, Корундовые тигли удобны для работы при высокой температуре, так например с Алундовыми - при 1600-1800°C.

2.5 Кварцевая посуда

В зависимости от исходных материалов и степени их чистоты кварцевые изделия бывают:

1) непрозрачные с шероховатой, шелковистой или гладкой поверхностью;

2) прозрачные, подобные стеклянным. Особенностью кварцевой посуды является ее термостойкость и химическая инертность к большинству химических веществ.

Кварцевую посуду можно без риска нагревать на голом пламени горелки и сразу же охлаждать, опустив нагретый сосуд в холодную воду. Кварцевые изделия можно нагревать до температуры 1200°C даже под вакуумом, и они при этом не деформируются, так как кварц плавится в пределах $1600\text{--}1700^{\circ}\text{C}$ (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 Кварцевая посуда

Кварцевую посуду нельзя употреблять при работе с фтористоводородной кислотой и щелочами, так как кремнезем с ними взаимодействует. Из кварца изготавливают колбы всех видов, пробирки, стаканы, выпарительные чашки, тигли и др.

2.6 Подготовка лабораторной посуды

Лабораторная посуда, применяемая для количественных исследований, должна быть тщательно подготовлена, так как от этого в значительной степени зависит точность проводимых исследований. Чаще всего при подобных исследованиях применяется стеклянная посуда, поэтому нужно хорошо знать способы ее обработки. Каждый стеклянный сосуд или прибор, предназначенный для применения в количественных исследованиях, должен быть очищен от посторонних загрязняющих веществ.

Новая, только что полученная посуда и посуда, применявшаяся ранее и каких-либо анализах, должна быть подвергнута полной очистке. Сначала стеклянную посуду ополаскивают несколько раз водопроводной водой, чтобы удалить растворимые посторонние вещества. Нерастворимые вещества, прочно прилипшие к стенкам или дну посуды, удаляются механическим путем с помощью ерша или щетки.

После этого, посуда подвергается химической обработке. Из химических методов обработки посуды чаще всего употребляется промывание разбавленной соляной кислотой, хромовой смесью, щелочным раствором марганцево-кислого калия и т.д. Лабораторная посуда должна быть совершенно чиста, без выполнения этого условия работать нельзя. Поэтому следует научиться мыть посуду так, чтобы была полная уверенность в ее чистоте. Для выбора способов мытья посуды в каждом отдельном случае необходимо следующее:

1. Знать свойства загрязняющих посуду веществ;
2. Использовать растворимость загрязнений в воде (холодной или горячей), в растворах щелочей, различных солей или кислот;
3. Использовать свойства окислителей окислять в определенных условиях органические и неорганические загрязнения, разрушать их с образованием легко растворимых соединений;
4. Для мытья могут быть использованы все вещества, обладающие поверхностно-активными свойствами (мыло, синтетические моющие средства, моющие глины и пр.);
5. Если загрязняющий посуду осадок химически стоек, для его удаления можно применить механическую очистку при помощи ершей и др.;
6. Нужно всегда помнить о технике безопасности и возможности несчастных случаев при мытье посуды, особенно, если работающий незнаком со свойствами загрязнений.

Физические методы очистки посуды

Умение мыть лабораторную посуду является той частью лабораторной техники, знание которой обязательно для каждого работника

лаборатории. Мытье лабораторной посуды проводится различными средствами, и технологии этого процесса отличаются между собой.

Мытье водой. В тех случаях, когда химическая посуда не загрязнена смолой, жировыми и другими, не растворяющимися в воде веществами, посуду можно мыть теплой водой.

Стеклянная посуда считается чистой, если на стенках ее не образуются отдельные капли и вода оставляет равномерную тончайшую пленку. Если на стенках посуды имеется налет каких-либо солей или осадок, посуду очищают (предварительно смочив водой) щеткой или ершом и уже затем окончательно моют водой.

Хорошо вымытую в теплой воде посуду обязательно два-три раза споласкивают дистиллированной водой для удаления солей, содержащихся в водопроводной воде. Для механизированной чистки посуды щетками служат специальные приспособления. Также выпускаются машины для мытья лабораторной посуды (например, Ц-2198 Пензенского завода "Дезхимооборудование").

Мытье паром. Посуда не всегда может быть отмыта одной водой, например, так как этим путем нельзя удалить загрязнения жировыми веществами. Значительно лучших результатов можно достичь, если мыть посуду струей водяного пара. Этот способ мытья является самым лучшим, но он редко применяется, так как требует длительного времени. Если обычно колбу можно вымыть за 5- 10 минут, то для мытья паром нужен минимум 1ч. Когда требуется особо чистая посуда, ее предварительно моют каким-либо обычным способом, после чего пропаривают.

Посуду можно пропаривать в аппарате Шилова, который легко может быть смонтирован самостоятельно. Для этого нужно взять широкогорлую колбу или металлический бачок с узким отверстием (емкостью до 2л), которое закрывают корковой или резиновой пробкой. В отверстие пробки вставляют стеклянную воронку, а в шейку воронки стеклянную трубку с оттянутым концом. На другой конец стеклянной трубки надевают кусочек резиновой трубки, удерживающий ее в отверстии воронки. Затем колбу наполняют на две трети водой, опускают туда же несколько стеклянных капилляров или кусочков неглазированной глиняной пластинки (для равномерного кипения воды). Вся установка укрепляется на штативе. Воду нагревают до кипения. Пар, выходящий из стеклянной трубки, направляют в пропариваемую посуду. Таким образом, можно пропаривать колбы, стаканы, пробирки, пипетки и бюретки. Пропаривание продолжается до тех пор, пока вода не будет свободно и равномерно стекать со стенок посуды. Обычно 30 минут достаточно для полного очищения. При помощи пропаривания можно не только очищать посуду от посторонних веществ, но и удалять щелочи, выделяющиеся из

стекла. Это имеет значение при анализах требующих применения «нейтрального стекла».

Мытье органическими растворителями. К органическим растворителям относятся диэтиленовый (серный) эфир, ацетон, спирты, петролейный эфир, бензин, скипидар, четыреххлористый углевод и др. Органические растворители применяют для удаления из посуды смолистых и других органических веществ, которые не растворяются в воде. Большинство органических веществ - растворителей огнеопасно, работать с ними следует вдали от огня. Загрязненные органические растворители нужно собирать каждый в отдельности и время от времени регенерировать их. Регенерацию проводят путем отгонки загрязненного растворителя.

Мытье другими моющими средствами. Для мытья посуды можно применять и другие вещества, например, мыло и особенно 10% раствор тринатрий фосфата, обладающий прекрасными моющими свойствами. При мытье водой с мылом, тринатрий фосфатом или другими стиральными порошками полезно поместить в колбу кусочки чистой фильтровальной бумаги. При встряхивании колбы бумага механически удаляет со стенок приставшие к ним загрязнения. Недопустимо применять для очистки посуды песок, так как он царапает стекло. Посуда, имеющая царапины, при нагревании обычно лопается.

Химические методы очистки посуды

Мытье марганцовокислым калием. Применяют 4-5% раствор перманганата калия. Раствор марганцовокислого калия - сильный окислитель, особенно, когда он подогрет и подкислен серной кислотой. Раствор наливают в загрязненную посуду, затем добавляют к нему тонкой струйкой концентрированную серную кислоту (3-5 мл на 100 мл раствора).

При этом раствор разогревается примерно до 50-60°C. Стенки посуды смачивают раствором для окисления загрязнений. Ни в коем случае нельзя брать соляную кислоту, так как при взаимодействии ее с перманганатом будет выделяться газообразный хлор. Если после обработки посуды раствором перманганата калия на ее стенках появится бурый налет, то его смывают 5%-ным раствором сернистокислого натрия (NaHSO_3). После этого посуду моют водой. Отработанный раствор перманганата, обычно, повторно не используют и не хранят.

Мытье серной кислотой и растворами щелочей. Когда посуда загрязнена смолистыми веществами, нерастворимыми в воде, а также в тех случаях, когда в лаборатории нет хромовой смеси, посуду можно мыть концентрированной серной кислотой или концентрированным (до 40%) раствором щелочи (NaOH , KOH). Смолы большей частью растворяются

или в кислоте, или в щелочи. Загрязненный сосуд заполняют на 1/4 щелочью(если смолы много, жидкость наливают так, чтобы вся смола была покрыта ею, но с таким расчетом, чтобы сосуд можно было свободно встряхивать) и смачивают ею стенки посуды. Если растворение идет медленно, то такое ополаскивание продолжают 5-10 минут.

Обращаться с концентрированными серной кислотой и щелочью нужно осторожно; кислоту нельзя выливать в раковину. Загрязненную смолкой серную кислоту или щелочь следует сливать в глиняные или стеклянные банки, которые всегда должны стоять около водопроводной раковины. Сливать в одну банку кислоту и щелочь нельзя, так как при этом будет происходить нейтрализация, сопровождающаяся сильным разогреванием, вследствие чего содержимое банки может разбрызгиваться. Содержимое таких банок следует выливать в специальные ямы, и только в крайнем случае в канализацию, причем тогда нужно пустить сильную струю воды.

Мытье хромовой смесью. Очень часто в лабораториях для мытья посуды применяют хромовую смесь, так как хромовокислые соли в кислом растворе являются сильными окислителями. Для приготовления хромовой смеси в концентрированную серную кислоту добавляют около 5% (от массы серной кислоты) размельченного в порошок кристаллического двуххромовокислого калия и осторожно нагревают в фарфоровой чашке на водяной бане до полного ее растворения. Можно пользоваться и дихроматом натрия разбавленного серной кислотой. Растворяют 6г двуххромовокислого натрия в 100мл воды и приливают к этому раствору 100 мл концентрированной серной кислоты.

Хромовая смесь служит для мытья довольно долго. После длительного (многократного) употребления ее темно-оранжевый цвет переходит в темно-зеленый. Такая хромовая смесь не обладает более моющими свойствами, и ее следует заменить новой. Смесь наливают в очищаемую посуду и оставляют в ней на несколько часов, обычно на ночь. Иногда приходится применять горящую хромовую смесь.

Для промывания пипеток необходимо их поместить в высокий цилиндр, залить хромовой смесью и оставить на некоторое время. После того как хромовая смесь вылита из посуды, ее ополаскивают чистой водой несколько раз, затем 2-3 раза дистиллированной, пока промывная вода не будет нейтральна на лакмусовую бумажку.

Очень хорошо очищают посуду оксиды азота. Для получения их в промываемом сосуде (например, в бюретке) смешивают 1,5мл концентрированной азотной кислоты с 0,5мл эталона.

При работе с ферментами для мытья лабораторной посуды лучше пользоваться смесью равных объемов азотной и серной кислот с последующей многократной промывкой посуды водопроводной и

дистиллированной водой, ибо остатки моющих веществ могут повлиять на результаты анализов.

Посуду из пластмасс лучше всего мыть 2-5%-ным раствором три-натрий фосфата, слабыми растворами гидрокарбоната натрия или хлористоводородной кислоты, нельзя пользоваться растворами концентрированных кислот, щелочей и сильных окислителей. Лабораторную посуду моют ручным способом в ваннах или на щеточных моющих машинах, а также на специальных устройствах мытья пипеток, работающих по принципу сифона. Эти устройства облегчают очистку лабораторной посуды, но не исключают полностью ручной труд.

Сушка лабораторной посуды. Сушат лабораторную посуду на специальных досках с колышками, на решетках, в струе холодного воздуха, если имеется подводка – сжатого воздуха, а также в сушильных шкафах при температуре 80-100°C. Для быстрой сушки лабораторной посуды используют поочередное промывание со спиртом и эфиром или их смесью. Мерную лабораторную посуду, особенно пипетки, бюретки, микродозаторы, не рекомендуется сушить в сушильных шкафах. Пластмассовую лабораторную посуду сушат при температуре не выше 40-50°C (рисунок 2.11).

Сушка на колышках. Это самый распространенный способ сушки. В лаборатории должна быть специальная доска с колышками, которую обычно помещают над раковиной для мытья посуды. Вымытую посуду надевают на эти колышки и оставляют на них до тех пор, пока она не высохнет. Нужно следить за чистотой колышков и протирать их, так как на влажных колышках легко удерживается пыль и случайные загрязнения. Чтобы избежать загрязнения посуды от колышков, их можно обертывать чистой фильтровальной бумагой, и уже потом надевать на них посуду. Когда на колышках сушат воронку, то конец его полезно также обернуть куском фильтровальной бумаги. Очень удобно сушить посуду на специальных решетках.

Стол для сушки посуды. Недостатком сушки на колышках является возможность загрязнения посуды. Поэтому в аналитических лабораториях, для которых чистота посуды является чрезвычайно важным условием, лучше пользоваться столами для сушки. Это - обычный стол, в крышке которого прорезаны круглые отверстия различного диаметра. Вымытую посуду опрокидывают и помещают в гнездо или над гнездом соответствующего диаметра. Таким образом, внутренняя поверхность сосуда не может загрязняться. Чтобы стекающая жидкость из посуды не попадала на пол, на некотором расстоянии под крышкой стола устанавливают плоскую воронку из жести, посредине которой устроен сток.

Сушка воздухом. Вымытую посуду можно высушить струей воздуха. Если нет проводки сжатого воздуха, можно применять меха, электрические воздуходувки или резиновые груши. Воздух нагнетают при помощи груши или мехов через резиновую трубку, которую надевают на стеклянную трубку с оплавленным концом такой длины, чтобы она доходила до дна высушиваемого сосуда и снаружи оставался еще ее конец примерно в 10 см.

Сушка спиртом и эфиром. Обтерев сосуд снаружи чистым полотенцем, ополаскивают его сначала чистым этиловым спиртом, а затем чистым диэтиловым (серным) эфиром. Пары эфира удаляют продуванием струей холодного воздуха.



Рисунок 2.11 Сушка лабораторной посуды

Сушка в эксикаторе. В тех случаях, когда нужно принимать особые меры защиты вымытой посуды от загрязнения веществами, содержащимися в воздухе, мелкие стеклянные изделия следует высушивать в эксикаторе. Лучше применять вакуум-эксикаторы, заполненные силикагелем, хорошо адсорбирующим пары воды. В эксикаторы при этом помещают твердые водопоглощающие вещества, но не серную кислоту.

Сушка горячим воздухом. Для ускорения сушки можно обдувать посуду горячим воздухом. Иногда посуду сушат над электроплиткой или над коптящим "холодным" пламенем горелки. Нагревание следует проводить осторожно, так как в случае неравномерного обогрева посуда

может лопнуть в результате местного охлаждения находящимися на стенках каплями воды.

Сосуд нужно все время поворачивать и после окончания высушивания, обтереть со стекла копоть. Мерную посуду (пипетки, мерные колбы и т.д.) нагревать на пламени нельзя.

Сушка в сушильном шкафу. Быстро высушить посуду можно также в сушильном шкафу. Обычно в сушильный шкаф посуду ставят после того, как она некоторое время постояло перевернутой (на колышках, решетке или сушильном столе) для удаления воды. Сушку проводят при 80-100°C. На полку шкафа следует положить кусок чистой фильтровальной бумаги. Посуду при высушивании в сушильном шкафу не следует ставить вверх дном, так как это замедляет улетучивание паров воды. После сушки в сушильном шкафу посуду сразу применять нельзя, ей нужно сначала дать остыть.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ ТЕХНИКА

3.1 Оборудование и аппаратура общего назначения

Лабораторная техника - совокупность технических устройств, аппаратов, приборов и приспособлений, дающих возможность проводить в лабораториях различные исследования.

Основное назначение лабораторной техники в ветеринарных учреждениях - исследования физико-химических свойств биологических жидкостей и тканей, а также проб из окружающей среды, частичная или полная замена производственных функций работника лаборатории с целью облегчения труда и повышения его производительности. Общие тенденции развития лабораторной техники - развитие методов биологических исследований и стремление к повышению точности измерений и производительности труда персонала. Они характеризуются заменой классических методов исследований (весовую, объемную и т.д.) более чувствительными, точными, быстродействующими и менее трудоемкими (электрическими, фотометрическими, ферментативными и т.д.), вытеснением аппаратуры, дающей субъективную визуальную оценку результатов исследований (гемометр Сали, камера Горяева, визуальный колориметр и т.д.), более объективными, точными индикаторными и измерительными приборами (гемоглобинометр, цитометр кондуктометрический, фотоэлектрический колориметр и т.д.).

Лабораторная техника может быть классифицирована:

а) по сфере применения: общая лабораторная техника, необходимая для всех или большинства ветеринарно-биологических

исследований и специальная лабораторная техника, предназначенная только для данного направления или вида исследований;

б) по характеру ветеринарно-биологических исследований, который определяется спецификой материала для исследования, приемов и методой работы (для микробиологических, биохимических, гематологических, гистологических, иммунологических, патолого-анатомических, ветеринарно-санитарных, экспертизы качества продуктов и т.д.);

в) по месту, занимаемому в лабораторном процессе: для подготовки к анализу (подготовка посуды, реактивов, отбор проб, выделение исследуемого вещества), для анализа (обнаружение, идентификация, измерение), для вспомогательных операций (создание условий для подготовки к анализу и проведение анализа);

г) по назначению при создании образцов: общетехническая лабораторная техника, применяемая не только в ветеринарных лабораториях, но и в других лабораторных исследованиях, и ветеринарная лабораторная техника, создаваемая специально для ветеринарно-биологических исследований.

Общую лабораторную технику принято разделять на следующие группы:

1. Аппаратура для дистилляции и деминерализации воды:

дистилляторы, бидистилляторы, аппараты для получения апиrogenной воды, аквадистилляторы, аппараты для деминерализации воды; (рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 Аппаратура для дистилляции и деминерализации воды

2. Аппаратура для нагрева, высушивания и термостатирования: печи тигельные, муфельные и др., инфракрасные излучатели, колбонагреватели, термостаты и ультратермостаты, бани лабораторные (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 Аппаратура для нагрева, высушивания и термостатирования

3. Аппаратура для взвешивания: весы технические, аналитические, равноплечевые, торсионные и др (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 Аппаратура для взвешивания

4. Аппаратура для центрифугирования: центрифуги лабораторные и клинические, вакуумные и рефрижераторные, препаратные и аналитические ультрацентрифуги; (рисунок 3.4)



Рисунок 3.4 Аппаратура для центрифугирования

5. Аппаратура для обнаружения, идентификации и измерений: микроскопы, осветители, приспособления для микрокопирования, колориметры, нефелометры, спектрофотометры, термометры и т. д.

6. Аппаратура для встряхивания и перемешивания: встряхиватели, мешалки, применяемые для ускорения эмульгирования, суспензирования, флотации протекания химических реакций маловязких жидкостей. Встряхивание и перемешивание отличаются по способу выполнения и интенсивности. В мешалках перемешивание осуществляется за счет легкого центробежного движения жидкости внутри сосуда. Перемешивающий элемент связан с электродвигателем механически (стержневые мешалки) или посредством магнитного поля (магнитные мешалки). Рисунок 3.5

7. Вспомогательное оборудование включает технические средства для обработки лабораторной посуды: машины и приспособления для мойки посуды, сушильные шкафы, холодильники бытовые, вытяжные шкафы, компрессоры, вакуум-насосы и т.д. Большинство приборов,

аппаратов и оборудования лабораторной техники являются общетехническими.

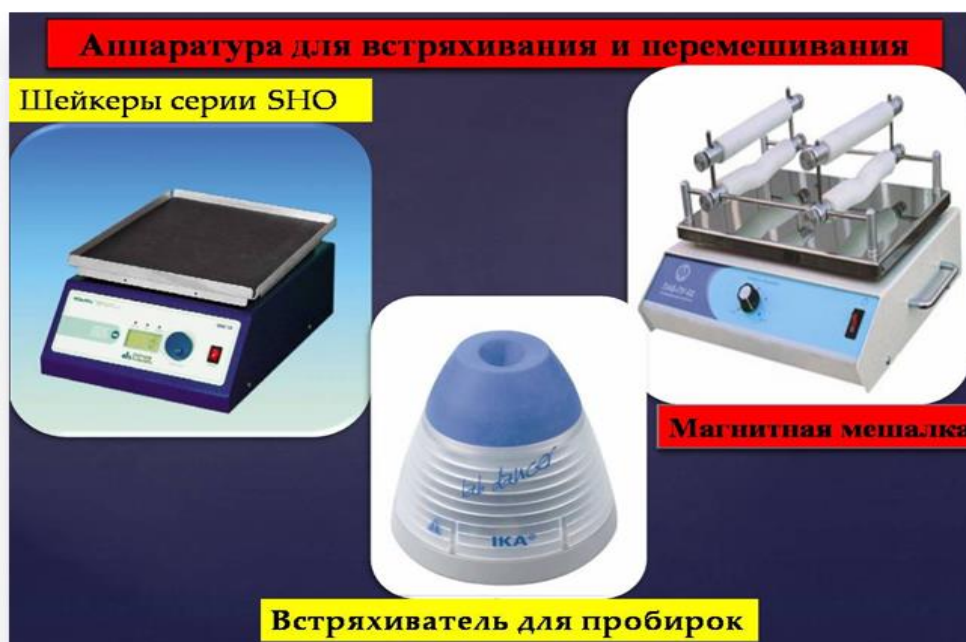


Рисунок 3.5 Аппаратура для встряхивания и перемешивания

3.2 Специальная лабораторная техника

Специальная лабораторная техники подразделяется:

1. Аппаратура для микробиологических исследований: аппараты, обеспечивающие стерильность условий работы - автоклавы или паровые стерилизаторы, сушильные стерилизационные шкафы, аппараты для хранения, выращивания и транспортировки культур; штативы для скашивания агара, низко-температурные шкафы, приспособления для хранения вирусов, для исследования структуры, сослана и свойства микрофлоры; люминесцентный микроскоп, инфракрасные спектрометры, ультрацентрифуги, приборы для исследования продуктов обмена микроорганизмов с использованием методов кинетики ферментативных процессов, масс; спектрометры в сочетании газовой хроматографией и т.д.

Рисунок 3.6

Аппаратура и устройства для бактериологических и вирусологических исследований В современных научно-исследовательских микробиологических лабораториях используются такие достижения техники, как электронный и люминесцентный микроскопы, инфракрасные спектрометры, ультрацентрифуги и другие

современные приборы. Тем не менее, в практическую микробиологию эти достижения входят чрезвычайно медленно.



Рисунок 3.6 Аппаратура для микробиологических исследований

Основные методы, применяемые в сегодняшней микробиологической практике, разработаны еще в прошлом веке (печи Пастера, аппарат Коха, шпатели Дригальского, чашки Петри и др.). Если проследить весь ход микробиологического анализа, то его можно разделить на два этапа: вспомогательный и собственно - микробиологический.

Вспомогательный процесс включает в себя мытье лабораторной посуды, ее сушку, стерилизацию, приготовление и розлив питательной среды и другие подготовительные операции. К собственно - микробиологическому этапу относится взятие исследуемого материала и его посев на питательные среды, выделение чистой культуры микроба с последующей его идентификацией серологическими и биохимическими методами. Большинство вспомогательных операций при микробиологических исследованиях весьма трудоемки. Наиболее трудоемок процесс изготовления ватно-марлевых или ватных пробок перед их стерилизацией. Для облегчения ручного труда и повышения производительности выпускаются специальные машины для изготовления таких пробок. Однако, ватно-марлевые пробки имеют весьма ограниченный срок службы и на их изготовление уходят огромное

количество ваты. На смену ватно-марлевым пробкам приходят металлические колпачки.

Медицинская промышленность выпускает их на обычные бактериологические - 16x150 мм и на серологические пробирки меньшего размера - 12x100 мм. Одна из вспомогательных операций при подготовке к микробиологическому анализу - приготовление агаровых «косяков». Для этой цели разработан и выпускается штатив, с помощью которого можно получить в пробирке угол наклона поверхности агаровой среды и одновременно помещать до пятидесяти пробирок. Пробирки с подогретой жидкой агаровой средой устанавливаются в штатив и, после регулировки винтом угла наклона, оставляются до застывания агара. Угол наклона пробирок может регулироваться от 0 до 15°. Материал штатива прочный, легко моющийся. Для стерилизации перевязочного материала, хирургических инструментов, различных питательных сред, лабораторной посуды, инфицированных материалов используют автоклав или паровой стерилизатор - аппарат для стерилизации насыщенным водяным паром под давлением (рисунок 3.7). По конструкции автоклавы бывают вертикальные (АВ-75, АВ- 20), горизонтальные (АГ-2, АГ-200), переносные и шкафные (АШ- 250А, АШ-380, АШДВ-250А и др). Автоклав впервые был введен в практику в 1884г. Гейденрихом.



Рисунок 3.7 Автоклав

Основные детали автоклава водопаровая и стерилизационная камеры. Как правило, они представляют собой единую сварную конструкцию, но разобщены функционально. Это дает возможность перекрывать поступление пара в стерилизационную камеру на время загрузки, эжекции и разгрузки автоклава и автоматически поддерживать рабочее давление. Водопаровая камера закрывается массивной чугунной или стальной крышкой с резиновой прокладкой. Обе камеры помещены в металлический кожух, который прикрепляется к подставке и изолирован внутри, в нижней части асбестом. В верхней части стерилизационной камеры поясообразно расположены отверстия для пара. Для контроля за работой служит манометр, предохранительный клапан, водомерное стекло и система кранов, регулирующих поступление воды в аппарат. Автоклав оборудован приборами, автоматически поддерживающими заданное давление. Медицинские автоклавы позволяют производить стерилизацию под давлением до 265 кгс/см² при температуре 138°C. Стерилизацию текучим паром производят в текучепаровом аппарате Коха. Этот аппарат представляет собой цилиндр с двойными стенками, прикрытый сверху конической крышкой. В крышке имеется отверстие, куда вставляется термометр. Внутри аппарата имеется жестяное, свободно вынимаемое ведерко, внутри и дно которого снабжены отверстиями. В двойное дно аппарата наливают воду, ставят в аппарат предметы, подлежащие стерилизации, и подогревают его, пока из верхнего отверстия не пойдет сильная струя пара, при температуре внутри аппарата равной 100°C. Нагревание при 100°C продолжают от 30 до 60 мин. Для большой надежности, а также для стерилизации некоторых материалов, изменяющих свои свойства при длительном воздействии высокой температуры (желатина, сахар и др.), такое нагревание обычно производят в 3 дня подряд по 30-60 минут - дробная стерилизация. Для этой цели также может быть использован автоклав с открытым краном для пара. Стерилизация сухим жаром проводится в сушильно-стерилизационных шкафах (печь Пастера). Механическая стерилизация достигается при помощи бактериальных фильтров, приготовленных из мелкопористого материала. Чаще всего пользуются свечами Пастера-Шамберлена, Беркефельда или фильтром Зейтца. Для культивирования микроорганизмов применяются различные термостаты, автоматически поддерживающие заданную температуру. Для хранения выделенных микробных культур, биологических препаратов, сывороток, вакцин, которые необходимо содержать при низких температурах, применяются бытовые холодильники, обеспечивающие температуру 0...+8°C, а для получения более низкой температуры используют низкотемпературные

шкафы, ультранизкотемпературные шкафы, которые позволяют получить температуру $-27... -73^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Развитие исследований по микробиологическому синтезу ставит перед специалистами многочисленные задачи, одна из которых - разработка аппаратуры и систем непрерывного культивирования микроорганизмов. Нарастание темпов научных исследований в области микробиологии, физиологии, биохимии микроорганизмов привело к разработке и изготовлению комплексных установок, как Биостенд, АНКУМ-1 и др., комплекса аппаратуры для непрерывного культивирования микроорганизмов, как ферментеры - приборы, предназначенные для непрерывного культивирования микроорганизмов.

Эти приборы выпускаются в виде больших (стационарных) и малых лабораторных установок. В ферментерах обычно имеются устройства для подачи в микробную массу при ее культивировании кислорода для аэрации, для непрерывного перемешивания микробной массы, для измерения и регулирования pH среды, поддержания определенной температуры. стерилизации некоторых материалов, изменяющих свои свойства при длительном воздействии высокой температуры (желатина, сахар и др.), такое нагревание обычно производят 3 дня подряд по 30-60 минут - дробная стерилизация. Для этой цели также может быть использован автоклав с открытым краном для пара.

Стерилизация сухим жаром проводится в сушильно-стерилизационных шкафах (печь Пастера). Механическая стерилизация достигается при помощи бактериальных фильтров, приготовленных из мелкопористого материала. Чаще всего пользуются свечами Пастера-Шамберлена, Беркефельда или фильтром Зейтца.

Для культивирования микроорганизмов применяются различные термостаты, автоматически поддерживающие заданную температуру. Для хранения уделенных микробных культур, биологических препаратов, сывороток, вакцин, которые необходимо содержать при низких температурах, применяются бытовые холодильники, обеспечивающие температуру $0...+8^{\circ}\text{C}$, а для получения более низкой температуры используют низкотемпературные шкафы, ультра- низкотемпературные шкафы, которые позволяют получить температуру $-27... -73^{\circ}\text{C}$ и ниже. Развитие исследований по микробиологическому синтезу ставит перед специалистами многочисленные задачи, одна из которых - разработка аппаратуры и систем непрерывного культивирования микроорганизмов.

2. Аппаратура для гистологических исследований: аппараты и приспособления для получения препаратов в виде тонких срезов тканей Микротом предназначен для производства тонких срезов, пригодных для микроскопических исследований. Он состоит из основания, приводного механизма, механизма микроподачи, объектодержателя.

ножодержателя с ножом. Получение среза осуществляется при движении ножа или объекта в одном направлении, а при обратном движении срабатывает механизм подъема объекта на заданную величину, обеспечивая необходимую толщину среза в последующем цикле. Используемые микротомы можно отнести к двум типам:

1. Микротомы, в которых объект укреплен неподвижно в держателе, а нож, производящий срезы, подвижен. Существуют конструкции, в которых нож движется по горизонтальному или наклонному направлениям (санные и радиальные микротомы, рисунок 3.8);

2. Микротомы, в которых объект при помощи специального механизма движется по вертикали или горизонтали и надвигается на лезвие укрепленного неподвижного ножа, с каждым срезом смещаясь в сторону на заданную величину (ротационные микротомы).

Для приготовления срезов с объектов, залитых в парафин, целлоидин, используют радиальный, санный или ротационный микротомы, а для получения срезов с животной или растительной тканью в замороженном состоянии используется замораживающий микротом, в котором объект замораживается жидкой углекислотой, подводимой от баллона к столику микротомы гибким шлангом. К микротомам также прилагаются отдельно замораживающие столики, на которых объект замораживается электрическим током, проходящим через полупроводниковые элементы, вмонтированные в столик.



Рисунок 3.8 Микротом

Для сохранения среза в замороженном состоянии после снятия его с ножа используют микрокриостат, который представляет собой небольшую

холодильную камеру, прикрепленную к замораживающему микротому, в которой при помощи жидкой углекислоты можно регулировать температуру от 0 до 10°C. Для получения срезов свежемороженой ткани при экспресс-биопсии, а также для гистохимических исследований (изучение ферментных, антигенных и других белковых систем тканей) используют микротом - криостат, который представляет собой термоизоляционную камеру с микротомом и системой охлаждения. Для заточки микротомных ножей существует ряд приспособлений и специальных стаканов. Наиболее широко применяемый стакан ЗМН-2 обеспечивает быструю (5-7 мин.), высококачественную заточку микротомных ножей длиной от 180 до 500 мм. Угол заточки ножей от 20 до 30°. Для приготовления сверхтонких срезов для электронно-микроскопических исследований, применяют ультрамикротомы, где выполнение всех операций: приготовление среза препарата и внесение его в поле зрения микроскопа, - полностью автоматизированы. Ультрамикротом УМТ-2 обеспечивает получение срезов толщиной от 15 до 90нм; а УМТ-5 от 5 до 100нм.

Для световой микроскопии пригодны срезы толщиной от 5-8мкм до 1-2мкм. Для автоматизации гистологической обработки тканей, окраски срезов разработаны полуавтоматы "Аутотехникон" (США), "Гистохроматор" (СССР). Гистохроматоры АТ-4 имеют программное устройство и обеспечивают автоматизацию производства импрегнации, окраски, фиксации, промывки, уплотнения, обезвоживания в спиртах, пропитывания и заливки в парафин и другие среды срезов или кусочков тканей, декальцинацию, а также обработку срезов, заключенных на предметных стеклах и другие приемы обработки гистологических материалов.

Для окрашивания гистологических препаратов на предметных стеклах имеются, также, многопозиционные автоматы, которые обеспечивают окрашивание по специальным режимам.

При исследовании тканей часто возникает необходимость в их измельчении. Измельчение тканей, особенно плотных (кожа, мышцы животных), проводимое при целом ряде исследований, является трудоемкой и длительной процедурой, если оно проводится вручную. При ручном измельчении страдает и качество - трудно таким способом получить гомогенную, мелкодисперсную массу. Длительность операции часто отрицательно сказывается и на результатах последующего исследования, в частности, если речь идет об определении активности тканевых ферментов. Поэтому в настоящее время для измельчения тканей широко используется аппаратура, в которой ручные операции сведены до минимума.

Измельчение тканей животного и растительного происхождения достигается, наиболее эффективно с помощью различных типов гомогенизаторов (измельчителей). Измельчение производится в сосудах различных объемов и формы, изготовленных из металла, стекла или пластмассы. Применяемые часто, сменные сосуды имеют объемы от 1 мл до 1 л и больше. В нижней части сосуда находятся ножи, изогнутые под определенным углом и вращающиеся со скоростями от 3000 до 12000 и более оборотов в минуту. Вращающиеся лопасти ножей измельчают и одновременно перемешивают ткань с жидкой фазой, создавая гомогенную тканевую взвесь. Для гомогенизации тканей при охлаждении в некоторых гомогенизаторах применяются охлаждающие рубашки. Область применения гомогенизаторов весьма обширна и охватывает различные разделы биологии, медицины и ветеринарии: биохимию, фармакологию, иммунологию, физиологию, экспериментальную биологию и т. д. С помощью измельчителей можно получать исходное сырье для приготовления тканевых антигенов, тонких взвесей для имплантации и других гомогенатов. Для механического измельчения тканей растительного и животного происхождения промышленность выпускает размельчители - РТ-1 и РТ-2. Размельчители этих типов являются настольными лабораторными аппаратами для быстрого измельчения тканей, получения гомогенных масс, эмульсий и суспензий.

3. Аппаратура для гематологических и цитологических исследований:

Современная гематология - сформировавшаяся самостоятельная дисциплина, в одинаковой мере необходимая различным специалистам. Однако, длительное время она значительно отставала в приборном-оснащении. Сегодня современные приборы находят применение не только в научно-исследовательских, специализированных гематологических учреждениях, но и в практике. Современные приборы гематологического профиля обеспечивают объективную информацию, обладают высокой точностью и хорошей воспроизводимостью. Автоматизация в гематологии развивается в направлении создания автоматических приборов - гемоглобинометров, счетчиков форменных элементов крови: цитометров кондуктометрических, дозаторов разведений, автоматов для окраски мазков, комплекс приборок и аппаратов, позволяющих в одной пробе крови одновременно определять несколько компонентов - гемоглобин, эритроциты, лейкоциты; автоанализаторов, представляющих совокупность функциональных блоков, вспомогательных узлов и ЭВМ.

4. Аппаратура для иммунологических исследований: аппараты и приспособления для облегчения разведений и розлива компонентов серологических реакций - групповые дозаторы Флоринского, микро-

титрометры, аппараты для определения групповой и резус принадлежности крови и др.;

5. Измерительные приборы общетехнического назначения для биохимических исследований биологических жидкостей: фотоэлектрические колориметры, фотометры, фотоэлектрические абсорбциометры, спектрофотометры, поляриометры, поляриографы, рефрактометры, флюориметры, денситометры, атомно-абсорбционные спектрометры, пламенные фотометры, а также приборы и аппараты, использующие электрические и ионные свойства жидкостей: аппаратура для электрофореза, рН-метры, аппаратура для хроматографии, осмометры и т.д.



Рисунок 3.9 Измерительные приборы общетехнического назначения для биохимических исследований

Для определения плотности жидкостей применяют: ареометры, урометры. Все большее распространение находит лабораторная техника для экспресс диагностики субстратов и ферментов.

Реакция обнаружения, идентификации, измерения протекает при взаимодействии биологической жидкости с набором реактивов, предварительно нанесенных в заводских условиях на бумажную полоску, ячейку, ленту или образующих многослойный аналитический элемент. Интенсивность окраски оценивается и преобразуется в соответствующие единицы измерения денситометром.

4. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ

4.1 Химические реактивы

Реактивы химические - вещества, используемые в лабораторной практике для осуществления различных химических реакций.

В ветеринарии химические реактивы используются для аналитических и диагностических целей в клинических, ветеринарно-санитарных, гигиенических, экспертных, биохимических и др. лабораторных исследованиях. Методы исследований, применяемые и разрабатываемые в биологической и клинической практике, требуют большого ассортимента химических реактивов, которые должны удовлетворять самым разнообразным требованиям.

Для проведения неорганических и органических синтезов, а также при качественном и количественном анализе, в том числе при ветеринарно-санитарном контроле в различных производствах, анализе лекарственных средств, при проведении ветеринарных, санитарно-гигиенических анализов пищевых продуктов, воздуха, воды и т.д., используют большое число самых разнообразных химических реактивов высокой степени очистки.

И в большинстве случаев химические реактивы являются индивидуальными веществами, однако довольно часто они имеют сложный состав. Общепринятой классификации химических реактивов не существует, чаще всего их делят на аналитические химические реактивы и все прочее.

Аналитические химические реактивы подразделяют на типовые группы:

1. Растворяющие - кислоты и их смеси, щелочи, комплексообразующие вещества, органические растворители и др.
2. Разделяющие - групповые или специфические осадители, экстрагирующие, комплексообразующие вещества и др.
3. Диагностирующие (специфические) - образующие осадки или окрашенные продукты с анализируемым веществом или ионом, а также химические реактивы для приготовления титрованных растворов.
4. Вспомогательного действия, применяемые для создания благоприятных условий проведения нужной химической реакции - индикаторы, окислители, восстановители, используемые для перевода элементов в иное валентное состояние, вещества для приготовления буферных смесей и ценность, и практическое значение аналитических химических реактивов зависят главным образом от их чувствительности и специфичности.

Чувствительность химических реактивов определяется чувствительностью аналитической реакции, т.е. наименьшим количеством или наименьшей концентрацией того вещества (иона), которое может быть обнаружено при помощи данного реактива.

Химические реактивы, служащие для обнаружения данного вещества (иона) в присутствии других веществ, называют специфическими, однако, строго специфических химических реактивов очень мало, так как почти всегда специфические реактивы обнаруживают способность реагировать с несколькими ионами. Одним из основных требований, предъявляемых к химическим реактивам, является их чистота.

Предельное содержание примесей в химических реактивах строго регламентировано техническими требованиями, обусловленными ГОСТом или Техническими Условиями (ТУ). В зависимости от содержания основного вещества и допустимых примесей для химических реактивов установлены следующие квалификации «химический чистый» ("ХЧ"), «чистый для анализа» ("ЧДА") и "чистый" ("Ч").

Содержание основного вещества в реактивах квалификации "ХЧ" должно быть более 99 %, "ЧДА" - не менее 99 % и "Ч"-не менее 98. Реактивы "ХЧ" содержат наименьшее количество примесей (0,001-0,00001 %). Повышенные требования к чистоте химических соединений, возникающие с развитием некоторых новых областей науки и техники (радиоэлектроники, производство полупроводников, анализ микроэлементов и др.) обусловили появление производства так называемых высокочистых веществ, для которых установлены две квалификации "Эталонно чистый" ("ВЭЧ") и "Особо чистый" ("ОСЧ"). Высокочистым веществам присваиваются соответствующие марки, которые обозначаются определенными символами и числом, указывающим на общее содержание допустимых примесей, а после него числа лимитируемых примесей и максимально допустимое суммарное содержания этих примесей.

Кроме того, выпускается большое количество химических реактивов требуемой чистоты и их наборов для конкретных областей применения - индикаторы, наборы для ультрафильтрации, электрофореза, хроматографии, ионообменные смолы, различные виды полимеров и т.д.

В исследовательских и клинических лабораториях широко используют химические реактивы, меченные различными изотопами C^{14} , H^3 , P^{32} и др.

Промышленность многих стран выпускают специальные наборы химических реактивов для качественного и количественного определений компонентов биологических жидкостей животных различными способами, в том числе с помощью автоанализаторов. Многие химические реактивы

со временем могут изменять свои свойства в результате разложения, увлажнения, окисления и т.п.

С целью предотвращения подобных явлений для большинства химических реактивов необходимы определенные условия хранения, низкая температура, тщательно укупorenная посуда из темного стекла, хранение в эксикаторах над влагопоглотителями и т.д.

Как правило, химические реактивы меченные изотопами хранят при минимально низкой температуре (-20°C), при их использовании необходимо учитывать время полураспада каждого конкретного радиоизотопа. Сильнодействующие, взрывоопасные или легковоспламеняющиеся реактивы требуют особых условий хранения.

4.2 Техника обращения с реактивами

Работающие в лаборатории должны знать основные свойства применяемых ими реактивов, особенно степень их ядовитости и способность к образованию взрывоопасных и огнеопасных смесей с другими реактивами.

Наиболее употребительные реактивы; расход которых может быть значительным, покупаются в крупной расфасовке, в банках или бутылках, содержащих иногда по несколько килограммов вещества. Мало употребительные и редкие реактивы обычно имеют мелкую расфасовку от 10 до 1 г и даже меньше.

Наиболее дорогие и редкие реактивы, как правило, хранят отдельно в особых условиях согласно инструкции их хранения и применения. С целью экономии реактивов (особенно наиболее ценных и дефицитных) готовить растворы нужно в таком количестве, какое необходимо для работы. Приготовление избытка растворов – бесполезная трата реактивов.

Раствор, стоящий без употребления обычно портится, кроме того, бутылки, содержащие, ненужные растворы, загромождают лабораторию.

Твердые реактивы при хранении в банках могут слежаться в плотные комки, которые трудно извлекать. Поэтому, прежде чем брать твердый реактив из банки, нужно (при закрытой пробке) потрясти банку, ударяя ее, например, ладонью по бокам.

Если слежавшийся реактив при этом, не рассыпается, тогда, открыв пробку, верхний слой разрыхляют при помощи чистого рогового или фарфорового шпателя или стеклянной палочки. Металлический шпатель применять для этой цели не рекомендуется.

Перед взятием реактива из банки нужно осмотреть ее горло и удалить с него все, что может попасть в пересыпаемое вещество и загрязнить его (пыль, парафин, всякие замазки и др.). Очень удобно брать реактивы из банки при помощи фарфоровой ложки, фарфорового шпателя

или пересыпать их через воронку для порошков. Воронки для порошков бывают нескольких размеров с диаметром широкой части от 50 до 200мм конца от 20 до 38мм, при высоте от 55 до 180мм.

Просыпавшийся на стол реактив (неизбежно при этом загрязняющийся) нельзя высыпать обратно в ту же банку, где он хранится. Забота о сохранении чистоты реактивов - самое главное правило при работе с ними. Если в банке остается очень мало реактива, остатки следует пересыпать в более мелкую тару - это освободит место в шкафу и сократит потери при взятии реактива.

Необходимо следить, чтобы на всех банках с реактивами обязательно были этикетки с обозначением, что находится в банке или надписи, сделанные восковым карандашом для стекла. Место, на котором будет надпись, нужно слегка подогреть хотя бы ладонью руки. По нагретому месту восковый карандаш пишет легче, и надпись получается заметнее. Если на банке с реактивом нет этикетки или надписи, такой реактив применять нельзя, иначе ошибки из-за путаницы назначения реактива могут привести к серьезным, не желательным последствиям.

Особую осторожность нужно проявлять при обращении с ядовитыми веществами. Хранение, учет и расходование ядовитых и сильно действующих веществ проводятся согласно официально утвержденной инструкции.

Для этого в лаборатории выделяется ответственное лицо, обязанное хранить и вести счет ядовитых веществ согласно инструкции, на его же обязанности лежит ознакомление работающих с правилами обращения с ядовитыми веществами. При неправильном хранении жидких ядовитых веществ, пары их могут загрязнять воздух в помещении и вызвать отравление работающих.

Посуду из-под ядовитых веществ нельзя отдавать на мойку, а следует мыть самому или компетентному лицу, отдельно. Перед тем как насыпать реактив в банку, ее нужно хорошо вымыть и высушить. Предварительно подобрать к ней пробку. При взвешивании сухих реактивов нельзя насыпать их прямо на чашку весов, так как при этом возможна порча весов.

При хранении гигроскопических веществ или таких, которые могут изменяться при соприкосновении с воздухом и влагой, банки, где они содержатся, должны быть герметизированы, для чего пробки их заливают парафином, менделеевской замазкой или сургучом.

При обращении с реактивами, хранящимися стеклянной таре большой емкости, требуется особая осторожность, так как эту тару очень легко разбить. Некоторые реактивы хранятся и продаются в запаянных ампулах разного размера. Такую ампулу вскрывают следующим образом.

На расстоянии 1 см от конца оттянутой части ампулы очень осторожно делают царапину-надрез напильником или специальным ножом.

Полезно место надреза предварительно смочить водой. Когда надрез сделан, обтирают оттянутый конец ампулы чистой ватой и, держа ампулу левой рукой, правой рукой отламывают надрезанную часть быстрым рывком. Если оттянутый конец имеет сравнительно толстые стенки, к царапине нужно прикоснуться раскаленным докрасна концом оттянутой стеклянной палочки или же раскаленной железной проволокой. Обращаться с ампулами следует очень осторожно, их лучше всего хранить в картонных коробках завернутыми в гофрированный картон или же завернутыми каким-либо мягким материалом!

Реактивы, изменяющиеся под действием света, хранят в желтых или темных склянках, иногда вставленных в картонную коробку, а некоторые реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной таре помещают в тару из материалов устойчивых к действию данного реактива!

Например, раствор фтористоводородной кислоты хранят в сосудах из чистого парафина, церезина, эбонита или полиэтилена. Иногда парафином покрывают внутреннюю поверхность стеклянных бутылей и склянок. Так, например, пергидроль (30 % раствор перекиси водорода) и растворы щелочей лучше всего хранить именно в таких бутылках. Некоторые реактивы при продолжительном хранении изменяются или даже разлагаются, например, анилин при хранении желтеет.

Такие реактивы перед употреблением следует очистить перегонкой или фильтрованием через адсорбенты (активированный уголь, силикагель, отбеливающие земли и др.) или другими приемами, в зависимости от свойств вещества. Другие виды реактивов обладают способностью самовоспламеняться, к ним относятся белый или желтый фосфор, пирофорные металлы, металлоорганические соединения (этилат алюминия).

К огнеопасным реактивам, хранение которых требуют особых условий, относятся эфиры (диэтиловый, амиловый и др.), спирты (метиловый, этиловый, бутиловый и др.), углеводороды (бензин, газолин, петролейный эфир, керосин и др.), ароматические соединения (бензол, ксилол, толуол), сероуглерод, ацетон и др. Нельзя совместно хранить реактивы, способные при взаимодействии возгораться или выделять большое количество тепла. Например, металлический натрий, калий и литий, а также перекись натрия и белый фосфор нельзя хранить с огнеопасными веществами: металлический натрий, калий, литий и кальций, а также фосфор с элементами - бромом и йодом. Бертолетову соль, марганцовокислый калий, перекись натрия, перекись водорода; концентрированные кислоты и другие окислители нельзя хранить вместе с восстановителями - углем, серой, крахмалом, фосфором и др. Самовоспламеняющиеся и огнеопасные вещества следует хранить только в

соответствующей таре. Совершенно недопустимо смешивать и растирать Бертолетову соль, марганцовокислый калий, перекись натрия и другие окислители с органическими веществами. Очень осторожно следует обращаться с хлорной кислотой, так как пары ее взрываются при соприкосновении с органическими веществами и легкоокисляющимися соединениями, например, с солями трехвалентной сурьмы и др. Соли хлорной кислоты, также, способны взрываться иногда даже без видимой причины. Все эти вещества требуют особых условий хранения. В лаборатории не должно быть большого запаса таких веществ.

4.3 Понятие о растворах

В аналитической химии качественное и количественное определение веществ проводится преимущественно в растворах. Раствор – смесь, в которой частицы какого-либо твердого, жидкого, газообразного вещества равномерно распределены между молекулами жидкого вещества. Растворами называются гомогенные системы, состоящие из двух или более компонентов, состав которых может непрерывно меняться в определенных пределах. Компоненты растворов подразделяют на растворитель и растворенные вещества. Обычно растворителем считают то вещество, которое в чистом виде существует в том же агрегатном состоянии, что и образовавшийся раствор. Если до образования раствора оба вещества находились в одном и том же агрегатном состоянии, растворителем считается то вещество, которое находится в большем количестве (таблица 1).

Растворы бывают жидкими, твердыми и газообразными.

Жидкие растворы - это растворы солей, сахара, спирта в воде. Кровь, лимфа, моча - тоже жидкие растворы. Жидкие растворы могут быть водными и неводными. Водные растворы - это растворы, в которых растворителем является вода. Неводные растворы - это растворы, в которых растворителями являются органические жидкости (бензол, спирт, эфир и т.д.). Твердые растворы - сплавы металлов. Газообразные растворы - воздух и другие смеси газов.

По растворимости в воде вещества делят на три группы:

1. Хорошо растворимые (р.). Растворимость веществ больше 10 г в 1000 г воды. Например, 2000 г сахара растворяется в 1000 г воды, или в 1 л воды.

2. Малорастворимые (м.). Растворимость веществ от 0,01 г до 10 г вещества в 1000 г воды. Например, 2 г гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) растворяется в 1000 г воды.

3. Практически нерастворимые (н.). Растворимость веществ меньше 0,01 г вещества в 1000 г воды. Например, в 1000 г воды растворяется $1,5 \cdot 10^{-3}$ г AgCl.

При растворении веществ могут образоваться насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Насыщенный раствор - это раствор, который содержит максимальное количество растворяемого вещества при данных условиях. При добавлении вещества в такой раствор вещество больше не растворяется.

Ненасыщенный раствор — это раствор, который содержит меньше растворяемого вещества, чем насыщенный при данных условиях. При добавлении вещества в такой раствор вещество еще растворяется.

Иногда удается получить раствор, в котором растворенного вещества содержится больше, чем в насыщенном растворе при данной температуре. Такой раствор называется пересыщенным.

Этот раствор получают при осторожном охлаждении насыщенного раствора до комнатной температуры. Пересыщенные растворы очень неустойчивы. Кристаллизацию вещества в таком растворе можно вызвать путем потирания стеклянной палочкой стенок сосуда, в котором находится данный раствор. Этот способ применяется при выполнении некоторых качественных реакций.

Растворимость вещества может выражаться и молярной концентрацией его насыщенного раствора.

Скорость процесса растворения зависит от растворяемых веществ, состояния их поверхностей, температуры растворителя и концентрации конечного раствора.

Не следует смешивать понятия «насыщенный» и «разбавленный» раствор. Например, насыщенный раствор хлорида серебра ($1,5 \cdot 10^{-3}$ г/л) является весьма разбавленным, а ненасыщенный раствор сахара (1000 г/л) - концентрированным.

Таблица 1

Характеристика растворов

Название раствора	Характеристика
Разбавленный	Содержит очень мало растворенного вещества
Концентрированный	Содержит много растворенного вещества
Насыщенный	Раствор, в кот. при данной температуре данное вещество больше не растворяется

4.4 Классификация и техника приготовления растворов

По величине частиц растворенного вещества различают взвеси, коллоидные и истинные растворы.

При смешивании некоторых веществ (глины, керосина) с водой образуются не растворы, а мутные смеси, которые называются взвесями.

Взвеси или грубодисперсные растворы – малоустойчивые системы, частицы в них очень велики по сравнению с размерами молекул, эти системы непрочны, и распределенное вещество сравнительно быстро оседает или поднимается вверх. В зависимости от агрегатного состояния распределенного вещества взвеси подразделяются на суспензии и эмульсии. Суспензии образуются при распределении твердых частиц в жидкости (пример суспензий - смесь глины с водой, а эмульсии состоят из двух не смачивающихся расслаивающихся жидкостей).

Промежуточное положение между взвесями и молекулярными растворами занимают коллоидные системы. При неизменных внешних условиях коллоидные растворы достаточно устойчивы. Истинные или молекулярные растворы, обычно просто растворы, очень устойчивы, не разделяются при сколь угодно долгом стоянии. По количеству растворенного вещества в определенном количестве растворителя различают: разбавленные, концентрированные и насыщенные.

Независимо от того, какие (поточности) готовят растворы, применять следует только чистые растворители. Если растворителем служит вода, то можно применять только дистиллированную или деминерализованную воду, а в отдельных случаях даже бидистиллят или специально очищенную дистиллированную воду.

Предварительно подготавливают соответствующей емкости посуду (рисунок 4.1), в которой будут готовить и хранить получаемый раствор. Посуда должна быть чистой. Если есть опасение, что водный раствор может взаимодействовать с материалом посуды, то посуду внутри следует покрыть церезином, парафином или другими химически стойкими веществами.

Пример. Если нужно приготовить 1 л какого-то раствора, то для растворения следует взять посуду емкостью не больше 1,5 л. Если готовят 10 л раствора, то бутыль должна быть емкостью не больше 12—13 л.

Перед приготовлением растворов нужно подготовить по возможности два одинаковых сосуда: один — для растворения, а другой — для хранения раствора. Может случиться, что раствор нужно будет отфильтровывать от какого-либо осадка или примеси, не растворившейся в данных условиях.

Вымытый сосуд полезно предварительно проградировать. Это особенно касается бутылей большой емкости.

Градуирование проводят следующим образом: мерным цилиндром отмеривают 1 л воды и переливают ее в бутылку. На стенке бутылки восковым карандашом проводят черту, совпадающую с уровнем воды в бутылке, и ставят цифру 1. Затем наливают второй литр воды и уровень отмечают цифрой 2. Так продельвают до тех пор, пока бутылка не будет заполнена до плеча. Расстояние между цифрами, обозначающими целые литры, можно разделить пополам более короткой чертой. Каждая такая черта будет соответствовать 0,5 л.

Для растворения следует применять по возможности чистые вещества. Готовые растворы обязательно проверяют на содержание нужного вещества и, если это будет необходимо, поправляют растворы, т. е. добавляют в них недостающее количество вещества или воды.

Нужно принимать меры для защиты приготовленных растворов от попадания в них пыли или газов, с которыми могут реагировать некоторые растворы. Так, щелочи следует защищать от двуокиси углерода, для этого бутылки с щелочью снабжают хлоркальциевой трубкой, заполненной натронной щелочью или аскаритом.

Как во время приготовления растворов, так и при их хранении бутылки или другая посуда обязательно должны быть закрыты предварительно подобранными пробками.

При особо точных и ответственных анализах следует обязательно принимать во внимание возможность выщелачивания стекла и применять, если это допустимо, кварцевую посуду или такую, стекло которой не содержало бы искомый элемент. Так, неизбежна ошибка при определении бора, цинка, алюминия, свинца и некоторых других элементов в посуде из стекла, содержащего эти элементы.

В некоторых случаях растворы следует хранить в атмосфере инертного газа, как азот, или в атмосфере двуокиси углерода. Для этого существуют специальные устройства или особые бюретки, приспособленные для каждого случая титрования.

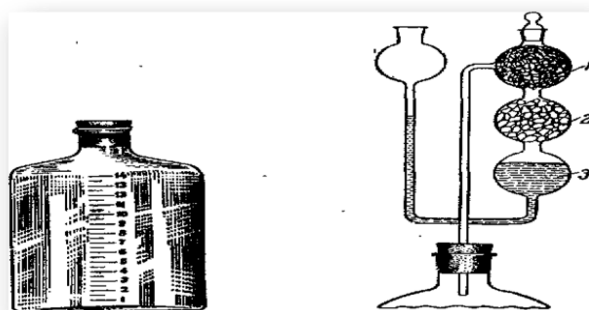


Рисунок 4.1 Градуированная бутылка. Приспособление для хранения растворов в атмосфере двуокиси углерода: 1 — стеклянное волокно; 2 — мрамор; 3 — раствор соляной кислоты.

Для хранения растворов в атмосфере двуокиси углерода в бутыль с раствором вставляют на пробке прибор, изображенный на рис. 348. В среднюю, расширенную, часть его насыпают куски мрамора среднего размера (как для аппарата Киппа), верхний шар заполняют стеклянным волокном. Через боковую воронку в прибор наливают раствор соляной кислоты, разбавленной 1:2. Если из бутылки через тубус выливать жидкость, то над уровнем жидкости создается вакуум, и раствор соляной кислоты перемещается в средний шар. В результате начинается реакция с мрамором и образовавшаяся двуокись углерода поступает в бутылку. Когда в бутылке создается небольшое давление, соляная кислота переместится в нижний шар и выделение газа прекратится.

Щелочные растворы нельзя оставлять надолго в фарфоровой и особенно — в стеклянной посуде. Если приходится их оставлять, то необходимо вначале нейтрализовать растворы, потом немного подкислить и хранить только подкисленные растворы. При этом растворы лучше оставлять в фарфоровой посуде, а не в стеклянной.

Расчеты при приготовлении водных растворов

Приблизительные растворы. При приготовлении приблизительных растворов количества веществ, которые должны быть взяты для этого, вычисляют с небольшой точностью. Атомные веса элементов для упрощения расчетов допускается брать округленными иногда до целых единиц. Так, для грубого подсчета атомный вес железа можно принять равным 56 вместо точного — 55,847; для серы — 32 вместо точного 32,064 и т. д. Вещества для приготовления приблизительных растворов взвешивают на теххимических или технических весах. Принципиально расчеты при приготовлении растворов совершенно одинаковы для всех веществ. Количество приготавливаемого раствора выражают или в единицах массы (г, кг), или в единицах объема (мл, л), причем для каждого из этих случаев вычисление количества растворяемого вещества проводят по-разному.

Пример. Пусть требуется приготовить 1,5 кг 15%-ного раствора хлористого натрия; предварительно вычисляем требуемое количество соли. Расчет проводится согласно пропорции:

$$\frac{100 - 15}{1500 - x} \quad x = \frac{15 \cdot 1500}{100} = 225 \text{ г}$$

т. е. если в 100 г раствора содержится 15 г соли (15%), то сколько ее потребуется для приготовления 1500 г раствора?

Расчет показывает, что нужно отвесить 225 г соли, тогда воды иужио взять $1500 - 225 = 1275$ г.

Если же задано получить 1,5 л того же раствора, то в этом случае по справочнику узнают его плотность, умножают последнюю на заданный объем и таким образом находят массу требуемого количества раствора. Так, плотность 15%-ного раствора хлористого натрия при 15⁰С равна 1,184 г/см³. Следовательно, 1500 мл составляет

$$1500 \cdot 1,184 = 1776 \text{ г}$$

т. е.

$$\frac{100 - 15}{1776 - x} \quad x = \frac{15 \cdot 1776}{100} = 266,4 \text{ г}$$

Следовательно, количество вещества для приготовления 1,5 кг и 1,5 л раствора различно.

Расчет, приведенный выше, применим только для приготовления растворов безводных веществ. Если взята водная соль, например Na₂SO₄·10H₂O то расчет несколько видоизменяется, так как нужно принимать во внимание и кристаллизационную воду.

Пример. Пусть нужно приготовить 2 кг 10%-ного раствора Na₂SO₄, исходя из Na₂SO₄ · 10H₂O.

Молекулярный вес Na₂SO₄ равен 142,041, а Na₂SO₄·10H₂O 322,195, или округленно 322,20.

Расчет ведут вначале на безводную соль:

$$\frac{100 - 10}{2000 - x} \quad x = \frac{10 \cdot 2000}{100} = 200 \text{ г}$$

Следовательно, нужно взять 200 г безводной соли. Количество десятиводной соли находят из расчета:

$$\frac{142,04 - 322,2}{200 - x}$$

$$x = \frac{200 \cdot 322,2}{142,04} = 453,7 \text{ г}$$

Воды в этом, случае нужно взять: $2000 - 453,7 = 1546,3 \text{ г}$.

Так как раствор не всегда готовят с пересчетом на безводную соль, то на этикетке, которую обязательно следует наклеивать на сосуд с раствором, нужно указать, из какой соли приготовлен раствор, например 10%-ный раствор Na_2SO_4 или 25%-ный $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Часто случается, что приготовленный ранее раствор нужно разбавить, т. е. уменьшить его концентрацию; растворы разбавляют или по объему, или по массе.

Пример. Нужно разбавить 20%-ный раствор сернокислого аммония так, чтобы получить 2 л 5%-ного раствора. Расчет ведем следующим путем. По справочнику узнаем, что плотность 5%-ного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ равна $1,0287 \text{ г/см}^3$. Следовательно, 2 л его должны весить $1,0287 \cdot 2000 = 2057,4 \text{ г}$. В этом количестве должно находиться сернокислого аммония:

$$\frac{100 - 5}{2057,4 - x} \quad x = \frac{5 \cdot 2057,4}{100} = 102,87 \text{ г}$$

Теперь можно подсчитать, сколько нужно взять 20%-ного рас* твора, чтобы получить 2 л 5%-ного раствора.

$$\frac{100 - 20}{x - 102,87} \quad x = \frac{100 \cdot 102,87}{20} = 514,35 \text{ г}$$

Полученную массу раствора можно пересчитать на объем его. Для этого массу раствора делят на его плотность (плотность 20%-ного раствора равна $1,1149 \text{ г/см}^3$), т. е.

$$\frac{514,35}{1,1149} = 461,3 \text{ мл}$$

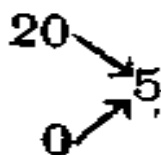
Учитывая, что при отмеривании могут произойти потери, нужно взять 462 мл и довести их до 2 л, т. е. добавить к ним $2000 - 462 = 1538$ мл воды.

Если же разбавление проводить по массе, расчет упрощается. Но вообще разбавление проводят из расчета на объем, так как жидкости, особенно в больших количествах, легче отмерить по объему, чем взвесить.

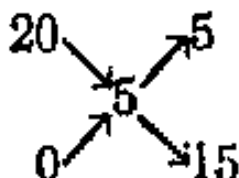
Нужно помнить, что при всякой работе как с растворением, так и с разбавлением никогда не следует выливать сразу всю воду в сосуд. Водой ополаскивают несколько раз ту посуду, в которой проводилось взвешивание или отмеривание нужного вещества, и каждый раз добавляют эту воду в сосуд для раствора.

Когда не требуется особенной точности, при разбавлении растворов или смешивании их для получения растворов другой концентрации можно пользоваться следующим простым и быстрым способом.

Возьмем разобранный уже случай разбавления 20%-ного раствора серноокислого аммония до 5%-ного. Пишем вначале так:

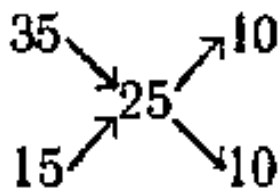


где 20 — концентрация взятого раствора, 0 — вода и 5'—требуемая концентрация. Теперь из 20 вычитаем 5 и полученное значение пишем в правом нижнем углу, вычитая же нуль из 5, пишем цифру в правом верхнем углу. Тогда схема примет такой вид:



Это значит, что нужно взять 5 объемов 20%-ного раствора и 15 объемов воды. Конечно, такой расчет не отличается точностью.

Если смешивать два раствора одного и того же вещества, то схема сохраняется та же, изменяются только числовые значения. Пусть смешением 35%-ного раствора и 15%-ного нужно приготовить 25%-ный раствор. Тогда схема примет такой вид:



т. е. нужно взять по 10 объемов обоих растворов. Эта схема дает приблизительные результаты и ею можно пользоваться только тогда, когда особой точности не требуется. Для всякого химика очень важно воспитать в себе привычку к точности в вычислениях, когда это необходимо, и пользоваться приближенными цифрами в тех случаях, когда это не повлияет на результаты работы. Когда нужна большая точность при разбавлении растворов, вычисление проводят по формулам.

Разберем несколько важнейших случаев. Приготовление разбавленного раствора. Пусть s — количество раствора, $m\%$ — концентрация раствора, который нужно разбавить до концентрации $n\%$. Получающееся при этом количество разбавленного раствора x вычисляют по формуле:

$$x = \frac{s \cdot m}{n}$$

а объем воды v для разбавления раствора вычисляют по формуле:

$$v = s \left(\frac{m}{n} - 1 \right)$$

Смешивание двух растворов одного и того же вещества различной концентрации для получения раствора заданной концентрации. Пусть смешиванием a частей $m\%$ -ного раствора с x частями $n\%$ -ного раствора нужно получить $l\%$ -ный раствор, тогда:

$$x = \frac{n(l-m)}{n-l}$$

Точные растворы. При приготовлении точных растворов вычисление количеств нужных веществ проверяют уже с достаточной степенью точности. Атомные веса элементов берут по таблице, в которой приведены их точные значения. При сложении (или вычитании) пользуются точным значением слагаемого с наименьшим числом десятичных знаков. Остальные слагаемые округляют, оставляя после запятой одним знаком больше, чем в слагаемом с наименьшим числом знаков. В результате оставляют столько цифр после запятой, сколько их

имеется в слагаемом с наименьшим числом десятичных знаков; при этом производят необходимое округление. Все расчеты производят, применяя логарифмы, пятизначные или четырехзначные. Вычисленные количества вещества отвешивают только на аналитических весах.

Взвешивание проводят или на часовом стекле, или в бюксе. Отвешенное вещество высыпают в чисто вымытую мерную колбу через чистую сухую воронку небольшими порциями. Затем из промывалки несколько раз небольшими порциями воды обмывают над воронкой бюкс или часовое стекло, в котором проводилось взвешивание. Воронку также несколько раз обмывают из промывалки дистиллированной водой.

Для пересыпания твердых кристаллов или порошков в мерную колбу очень удобно пользоваться воронкой, изображенной на рис. 349. Такие воронки изготовляют емкостью 3, 6, и 10 см³. Взвешивать навеску можно непосредственно в этих воронках (негигроскопические материалы), предварительно определив их массу. Навеска из воронки очень легко переводится в мерную колбу. Когда навеска пересыпается, воронку, не вынимая из горла колбы, хорошо обмывают дистиллированной водой из промывалки.

Как правило, при приготовлении точных растворов и переводе растворяемого вещества в мерную колбу растворитель (например, вода) должен занимать не более половины емкости колбы. Закрыв пробкой мерную колбу, встряхивают ее до полного растворения твердого вещества. После этого полученный раствор дополняют водой до метки и тщательно перемешивают.

Молярные растворы. Для приготовления 1 л 1 М раствора какого-либо вещества отвешивают на аналитических весах 1 моль его и растворяют, как указано выше.

Пример. Для приготовления 1 л 1 М раствора азотнокислого серебра находят в таблице или подсчитывают молекулярную массу AgNO_3 , она равна 169,875. Соль отвешивают и растворяют в воде.

Если нужно приготовить более разбавленный раствор (0,1 или 0,01 М), отвешивают соответственно 0,1 или 0,01 моль соли. Если же нужно приготовить меньше 1 л раствора, то растворяют соответственно меньшее количество соли в соответствующем объеме воды. Нормальные растворы готовят аналогично, только отвешивая не 1 моль, а 1 грамм-эквивалент твердого вещества. Если нужно приготовить полунормальный или децинормальный раствор, берут соответственно 0,5 или 0,1 грамм-эквивалента. Когда готовят не 1 л раствора, а меньше, например 100 или 250 мл, то берут $1/10$ или $1/4$ того количества вещества, которое требуется для приготовления 1 л, и растворяют в соответствующем объеме воды.

После приготовления раствора его нужно обязательно проверить титрованием соответствующим раствором другого вещества с известной

нормальностью. Приготовленный раствор может не отвечать точно той нормальности, которая задана. В таких случаях иногда вводят поправку. В производственных лабораториях иногда готовят точные растворы «по определяемому веществу».

Применение таких растворов облегчает расчеты при анализах, так как достаточно умножить объем раствора, пошедший на титрование, на титр раствора, чтобы получить содержание искомого вещества (в г) во взятом для анализа количестве какого-либо раствора.

Расчет при приготовлении титрованного раствора по определяемому веществу ведут также по грамм-эквиваленту растворяемого вещества, пользуясь формулой:

$$a = \frac{E_p TV}{E_o 1000}$$

где a — количество растворяемого вещества, г;

E_p — грамм-эквивалент растворяемого вещества, г;

T — титр раствора по определяемому веществу, г/мл;

V — заданный объем раствора, мл;

E_o — грамм-эквивалент определяемого вещества, г.

Пример. Пусть нужно приготовить 3 л раствора марганцовокислого калия с титром по железу 0,0050 г/мл. Грамм-эквивалент KMnO_4 равен 31,61, а грамм-эквивалент Fe 55,847.

Вычисляем по приведенной выше формуле:

$$a = \frac{31,61 \cdot 0,0050 \cdot 3000}{55,847} = 8,4901 \text{ г}$$

Стандартные растворы. Стандартными называют растворы с разными, точно определенными концентрациями, применяемые в колориметрии, например растворы, содержащие в 1 мл 0,1, 0,01, 0,001 мг и т. д. растворенного вещества. Кроме колориметрического анализа, такие растворы бывают, нужны при определении pH, при нефелометрических

определениях и пр. Иногда стандартные растворы" хранят в запаянных ампулах, однако чаще приходится готовить их непосредственно перед применением.

Стандартные растворы готовят в объеме не больше 1 л, а чаще — меньше. Только при большом расходе стандартного раствора можно готовить несколько литров его и то при условии, что стандартный раствор не будет храниться длительный срок.

Количество вещества (в г), необходимое для получения таких растворов, вычисляют по формуле:

$$a = \frac{M_1 TV}{M_2(A)}$$

где M_1 — молекулярный вес растворяемого вещества;
 T — титр раствора по определяемому веществу, г/мл;
 V — заданный объем, мл;
 $M_2(A)$ — молекулярный или атомный вес определяемого вещества.

Пример. Нужно приготовить стандартные растворы $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ для колориметрического определения меди, причем в 1 мл первого раствора должно содержаться 1 мг меди, второго — 0,1 мг, третьего — 0,01 мг, четвертого — 0,001 мг. Вначале готовят достаточное количество первого раствора, например 100 мл.

В данном случае $M_1 = 249,68$; $A_{\text{Cu}} = 63,54$; следовательно, для приготовления 100 мл раствора, 1 мл которого содержал бы 1 мг меди ($T = 0,001$ г/мл), нужно взять

$$a = \frac{249,68 \cdot 0,001 \cdot 100}{63,54} = 0,3929 \text{ г } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

Навеску соли переносят в мерную колбу емкостью 100 мл и добавляют воду до метки. Другие растворы готовят соответствующим разбавлением приготовленного.

Эмпирические растворы. Концентрацию этих растворов чаще всего выражают в г/л или г/мл. Для приготовления эмпирических растворов применяют очищенные перекристаллизацией вещества или реактивы квалификации ч. д. а. или х. ч.

Пример. Нужно приготовить 0,5 л раствора CuSO_4 , содержащего Cu 10 мг/мл. Для приготовления раствора применяют $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Чтобы подсчитать, сколько следует взять этой соли для приготовления раствора заданного объема, подсчитывают, сколько Cu должно содержаться в нем. Для этого объем умножают на заданную концентрацию, т. е.

$$500 \cdot 10 = 5000 \text{ мг, или } 5,0000 \text{ г}$$

После этого, зная молекулярный вес соли, подсчитывают нужное количество ее:

$$\begin{array}{l} 249,68 - 63,54 \\ \cdot x = 5,0000 \end{array} \quad \text{или} \quad x = \frac{249,68 \cdot 5}{63,54} = 19,648 \text{ г}$$

На аналитических весах отвешивают в бюксе точно 19,648 г чистой соли, переводят ее в мерную колбу емкостью 0,5 л. Растворение проводят, как указано выше.

Растворы солей.

Приблизительные растворы. Растворы солей готовят, как указано выше. Готовый раствор или отфильтровывают, или дают ему отстояться от нерастворимых в воде примесей, после чего при помощи сифона отделяют прозрачный раствор. Полезно проверить концентрацию каждого приготовленного приблизительного раствора. Это легче всего сделать, измерив ареометром плотность и сравнив полученную величину с табличными данными, которые можно найти в справочнике.

При большом расхождении табличных данных с полученным результатом измерения последнее повторяют еще раз, и если будет получено снова то же значение, что и при первой-проверке, раствор можно «поправить».

Если раствор имеет концентрацию меньше заданной, к нему добавляют нужное количество растворяемого твердого вещества. Если же раствор имеет концентрацию больше заданной — добавляют воду и доводят концентрацию до требуемой.

Точные растворы. Точные растворы солей чаще всего готовят для аналитических целей, причем обычно нормальной концентрации. Примеры расчетов для таких случаев приведены выше.

Следует отметить, что некоторые из точных растворов недостаточно стойки при хранении и могут изменяться под действием света или кислорода воздуха, или других, преимущественно органических, примесей, содержащихся в воздухе. Такие точные растворы периодически проверяют.

Например, в точном растворе серноватистокислого натрия при стоянии часто наблюдается выпадение хлопьев серы. Это является результатом жизнедеятельности особого рода бактерий. Растворы марганцевокислого калия изменяются при действии на них света, пыли и примесей органического происхождения.

Растворы азотнокислого серебра разрушаются при действии света. Поэтому большие, запасы точных растворов солей, нестойких к хранению, иметь не следует. Растворы таких солей хранят с соблюдением известных мер предосторожности.

От действия света изменяются растворы AgNO_3 , KSCN , NH_4SCN , KI , I_2 , HgI_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и др.

Растворы щелочей

Приблизительные растворы. Наиболее употребительными растворами щелочей в лабораторной практике являются растворы едкого натра NaOH . Растворы едкого кали KOH готовят редко, растворы же аммиака почти всегда покупают готовыми.

Едкий натр (или едкое кали) имеется в продаже в виде препаратов: технического, чистого и химически чистого. Разница между ними состоит в процентном содержании NaOH (или KOH) и следовательно, и примесей. Технический NaOH содержит значительные количества NaCl , Na_2CO_3 , Na_2SiO_3 , Fe_2O_3 и т. д. Чистый реактив содержит минимальное количество этих примесей, а химически чистый реактив содержит только следы их.

Технический едкий натр продают отлитым в железные бочки, чистый — пластинчатыми кусками, а химически чистый в виде палочек или таблеток. При растворении щелочи происходит сильное разогревание, в особенности в тех местах, где лежат куски ее. Чтобы растворение шло быстрее, раствор следует все время перемешивать стеклянной палочкой.

Применять стеклянную посуду при растворении щелочи не рекомендуется, потому что она может легко разбиться и работающий может пострадать, так как концентрированный раствор щелочи разъедает кожу, обувь и одежду. Если приходится готовить малые количества щелочи, то можно растворять ее и в стеклянной посуде.

Куски щелочи голыми руками брать нельзя, их следует брать тигельными щипцами, специальным пинцетом или в крайнем случае руками, но обязательно в резиновых перчатках. Вначале рекомендуется готовить концентрированные растворы щелочи плотности 1,35—1,45 г/см³, т. е. 32—40%-ные. В подобных концентрированных растворах. В технике едкий натр часто называют каустической содой. Щелочи многие примеси не растворяются и при отстаивании раствора оседают на дно. Отстаивание концентрированного раствора щелочи продолжается несколько дней (не меньше двух). Отстоявшийся раствор осторожно

сливают, лучше всего сифоном, в другой сосуд, а осадок выбрасывают или употребляют для мытья посуды.

Если в лаборатории приходится часто и в больших количествах готовить растворы щелочи, то применяют следующий прием. Сначала полностью растворяют щелочь в фарфоровой чашке, и когда раствор немного остынет (до 40—50° С), его через воронку сливают в стеклянную бутылку подходящей емкости. Бутылку хорошо закрывают резиновой пробкой, снабженной отверстием, в которое вставляют хлоркальциевую трубку, наполненную натронной известью (для поглощения двуокси углерода). Когда щелочь отстоится и на дне образуется резко отграниченный слой осадка (в 1—2 см от дна), верхний слой раствора сливают в другую бутылку. В резиновую пробку последней вставляют две трубки, одна из которых должна входить приблизительно на 1/3 высоты бутылки, а другая должна быть на 1—2 см ниже пробок.

На наружный конец длинной стеклянной трубки насаживают резиновую трубку со стеклянным концом, который опускают в бутылку с отстоявшейся щелочью. Нижний конец этой трубки следует изогнуть. Такой конец препятствует захвату осадка со дна бутылки даже в том случае, если конец трубки коснется осадка. Короткую трубку соединяют с вакуум-насосом. Включив насос, отстоявшийся раствор быстро и безопасно перекачивают в другую бутылку. При Переливании щелочи нужно следить, чтобы трубка, опущенная в сосуд с отстоявшейся щелочью, не поднимала осадок со дна. Поэтому ее в начале переливания держат достаточно высоко над осадком, постепенно опуская к концу переливания. После этого определяют ареометром плотность раствора и по таблице находят процентное содержание щелочи. Если нужно приготовить более разбавленный раствор, то разбавление проводят, применяя описанные выше способы расчета.

Естественно, что раствор едкого натра должен отстаиваться без доступа к нему двуокси углерода. Концентрированные растворы щелочей сильно выщелачивают стекло бутылей, поэтому внутренняя часть бутылки должна быть покрыта парафином или смесью церезина и вазелина или же сплавом парафина с полиэтиленом.

Для покрытия стенок бутылки парафином несколько кусков его помещают внутрь бутылки и последнюю нагревают в сушильном шкафу или же над электрической плитой или газовой горелкой (осторожно) до 60—80°С. Когда парафин расплавится, бутылку поворачивают и распределяют расплавленную массу тонким слоем по всей внутренней поверхности. Парафиновый или церезиновый слой можно нанести, применяя раствор этих веществ в авиационном бензине. Парафин вначале растворяют в бензине, полученный раствор наливают в бутылку, которая должна быть покрыта внутри парафином. Стенки бутылки обмывают

внесенным раствором парафина, медленно поворачивая ее по оси в горизонтальном положении. Когда на стекле образуется парафиновая пленка, бутылку продувают воздухом до полного вытеснения паров бензина. Затем бутылку один-два раза споласкивают водой. Только после этого ее можно заполнять щелочью или другой жидкостью.

Обработка бутылей для хранения щелочей особенно важна для аналитических лабораторий, так как предотвращает загрязнение титрованных растворов продуктами выщелачивания стекла.

Точные растворы. Приготовление точных растворов отличается тем, что для них берут химически чистую щелочь, растворяют ее, как указано выше, и определяют содержание щелочи титрованием точным раствором кислоты.

Титр раствора щекочи (т. е. точную концентрацию раствора) лучше всего устанавливать по раствору щавелевой кислоты ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$).

Продажную щавелевую кислоту следует один-два раза перекристаллизовывать и только после этого применять для приготовления точного раствора. Это двухосновная кислота и, следовательно, ее эквивалентный вес равен половине молекулярного. Так как последний равен 126,0665, то эквивалентный вес ее будет:

$$\frac{126,0665}{2} = 63,0333$$

Приготавливая 0,1 н. раствор NaOH, мы должны иметь раствор щавелевой кислоты такой же нормальности, для чего на 1 л раствора ее нужно взять:

$$\frac{63,0333}{10} = 6,3033 \text{ г}$$

Но для установки титра такое количество раствора не нужно; достаточно приготовить 100 мл или максимум 250 мл. Для этого на аналитических весах отвешивают около 0,63 г (для 100 мл) перекристаллизованной щавелевой кислоты с точностью до четвертого десятичного знака. Начинающие работники при взятии навесок для установки титра часто стараются отвесить точно указанное в руководстве количество вещества (в нашем случае 0,6303 г). Так как едкий натр легко поглощает двуокись углерода, то в щелочи всегда присутствует углекислый натрий.

Приготовив раствор едкого натра, обязательно устанавливают его концентрацию путем титрования растворов точных навесок органической кислоты, как, например, щавелевая, яблочная и др.

Поэтому нет необходимости разбавлять концентрированный раствор в мерной колбе с доведением уровня раствора точно до метки; можно,

перелив его в ту бутылку, где он будет храниться, добавить воду мерным цилиндром. Следует иметь в виду, что при приготовлении растворов едких щелочей основное внимание должно быть уделено защите растворов от двуокиси углерода воздуха. Всякое сокращение операций, при которых раствор может соприкасаться с воздухом, весьма желательно, сыпаний и досыпаний вещества в тару.

В результате часть вещества попадает на чашки весов и на наружную стенку тары и точно отвешенное количество вещества не удастся полностью перенести в мерную колбу. Поэтому приготовленный раствор будет неточным. Наконец, очень многие вещества изменяются на воздухе (теряют кристаллизационную воду или, как говорят, «выветриваются», поглощают из воздуха двуокись углерода и т. д.). Следовательно, чем дольше продолжается взвешивание; тем больше возможность загрязнения вещества. Поэтому сначала на теххимических весах берут навеску, сходящуюся с требуемой в двух первых десятичных знаках, а затем на аналитических весах определяют точную массу. Навеску растворяют в соответствующем объеме растворителя. Зная массу взятого вещества и объем раствора, легко вычислить его точную концентрацию, которая в нашем случае будет равна не 0,1 н., а немного меньше. При таком способе несколько усложняется расчет, но достигается большая точность и значительная экономия времени. Когда раствор будет готов, берут из него пипеткой 20 мл, переносят в коническую колбу, добавляют несколько капель фенолфталеина и титруют приготовленным раствором щелочи до появления слабого розового окрашивания.

Пример. На титрование израсходовано 22,05 мл раствора щелочи. Вычислить его титр и нормальность.

Щавелевой кислоты было взято 0,6223 г вместо теоретически рассчитанного количества 0,6303 г. Следовательно, концентрация раствора ее не точно 0,1 н., а равна

$$20 \cdot 0,09873 = 22,05 \cdot x$$

$$x = \frac{20 \cdot 0,09873}{22,05} = 0,08955 \text{ н.}$$

Чтобы вычислить нормальность раствора щелочи, следует воспользоваться соотношением $N = V_2 \cdot V_1$, т. е. произведение объема на нормальность известного раствора равно произведению объема на нормальность неизвестного раствора. В нашем случае известным является раствор щавелевой кислоты, следовательно

$$\frac{0,6223 \cdot 10}{63,03} = 0,09873 \text{ н.}$$

Нормальность раствора щелочи равна 0,08955.

Чтобы вычислить титр, или содержание NaOH в 1 мл раствора, следует нормальность умножить на грамм-эквивалент щелочи и полученное произведение разделить на 1000. Тогда титр раствора щелочи будет:

$$T = \frac{0,08955 \cdot 40}{1000} = 0,003582 \text{ г/мл}$$

В тех случаях, когда требуются особо чистые растворы едкого натра, их готовят или из спиртовых растворов NaOH, или из амальгамы натрия. Металлический натрий растворяют в максимально обезвоженном этиловом спирте.

Спиртовой раствор готовят приблизительно 5%-ным. Небольшой стакан, наполненный до половины и не больше чем на 3U его объема чистым керосином или лигроином, тарируют на техно-химических весах дробью или гирьками. Из банки, в которой хранится металлический натрий под керосином или лигроином, берут пинцетом или ножом кусочки натрия и, обрезав наружные корки ножом, переносят в тарированный стакан, отвешивая нужное количество. При этой операции гири и тару ставят на левую чашку весов, а стакан с керосином — на правую чашку.

Иногда вместо металлического натрия применяют металлический калий или растворяют в спирте гидроокись натрия или калия. Следует помнить, что растворимость при 28°C в этиловом спирте NaOH меньше, чем растворимость KOH, почти вдвое (соответственно 14,7 г/100 г и 27,9 г/100 г). Спиртовые растворы щелочей обычно имеют слабозелтую окраску, вызываемую осмолепием при действии щелочи на примеси, особенно непредельных соединений, которые могут присутствовать в спирте.

Для приготовления бесцветных растворов KOH, не желтеющих и не темнеющих при употреблении и хранении, рекомендован следующий прием. Около 5 мл бутилата алюминия прибавляют при перемешивании к 1 л этилового спирта при температуре около 20° С. Этой смеси дают стоять несколько недель, но не меньше месяца, после чего спирт осторожно сливают (лучше всего с применением сифона для декантации) и добавляют к нему требуемое количество KOH. Бутилат алюминия вызывает

выпадение в осадок всех примесей, от которых зависит пожелтение или даже потемнение спиртовых растворов щелочей.

Для получения раствора NaOH можно пользоваться также амальгамой натрия. Для ее приготовления отвешивают 2,5 г металлического натрия и 100 г ртути. Ртуть наливают в пробирку, последнюю помещают в стакан, поставленный в фарфоровую чашку. Предварительно заготавливают несколько стеклянных палочек с оттянутым концом (длина палочек 35—40 см). На палочку надевают кусок асбеста так, чтобы при опускании палочки пробирка закрывалась асбестом. При помощи этой палочки вынимают из керосина кусочек металлического натрия величиной с горошину, быстро вытирают его фильтровальной бумагой и вносят в ртуть.

Следует учитывать, что при этом возможна легкая вспышка. Постепенно вносят в ртуть весь металлический натрий. Получаемая амальгама (раствор металла в ртути) должна быть жидкой, но она может постепенно затвердеть. Жидкую амальгаму выливают в сосуд с водой, предварительно освобожденной от двуокиси углерода. Сосуд следует снабдить отводной трубкой с клапаном Бунзена. Если амальгама затвердеет, пробирку нужно разбить и кусочки амальгамы поместить в воду, не содержащую двуокиси углерода. Через два дня раствор едкого натра сливают с ртути и устанавливают его нормальность, как описано выше.

Для приготовления точных растворов щелочей используют также ионообменный способ. Аниониты могут быть применены для очистки растворов едкого натра и едкого кали от карбонатов и для приготовления точных растворов едкого натра и едкого кали, исходя из точных навесок хлористого натрия или хлористого калия.

Если нужно отделить только карбонаты и не загрязнять раствор ионами хлора, первые порции раствора, прошедшего через колонку в Cl-форме, отбрасывают до тех пор, пока хлорид-ион не перестанет обнаруживаться в пробе раствора.

Насыщенный карбонат-ионами анионит можно снова перевести в Cl-форму обычным приемом, т. е. пропуская через колонку с соляной кислотой, затем колонку хорошо промывают водой.

Для получения точного раствора едкого натра или едкого кали рассчитанную навеску хлористого натрия или хлористого калия, отвешенную на аналитических весах, растворяют в дистиллированной или деминерализованной воде и полученный раствор пропускают через хроматографическую колонку, наполненную анионитом в OH-форме. Из колонки будет вытекать раствор щелочи рассчитанной концентрации.

Точные растворы NaOH или КОН лучше всего сохранять в полиэтиленовой посуде, на которую щелочи не действуют, или в стеклянной посуде парафинированной внутри.

Растворы кислот

Приблизительные растворы. В большинстве случаев в лаборатории приходится пользоваться соляной, серной и азотной кислотами. Кислоты имеются в продаже в виде концентрированных растворов, процентное содержание которых определяют по их плотности.

Кислоты, применяемые в лаборатории, бывают технические и чистые. Технические кислоты содержат примеси, а потому при аналитических работах не употребляются.

Концентрированная соляная кислота на воздухе дымит, поэтому работать с ней нужно в вытяжном шкафу. Наиболее концентрированная соляная кислота имеет плотность 1,2 г/см³ и содержит 39,11% хлористого водорода.

Разбавление кислоты проводят по расчету, описанному выше.

Пример. Нужно приготовить 1 л 5%-ного раствора соляной кислоты, пользуясь раствором ее с плотностью 1,19 г/см³. По справочнику узнаем, что 5%,-ный раствор имеет плотность 1,024 г/см³; следовательно, 1 л ее будет весить 1,024*1000 = 1024 г. В этом количестве должно содержаться чистого хлористого водорода:

$$\begin{array}{l} 100 - 5 \\ 1024 - x \end{array} \quad \text{или} \quad x = \frac{1024 \cdot 5}{100} = 51,2 \text{ г}$$

Кислота с плотностью 1,19 г/см³ содержит 37,23% HCl (находим также по справочнику). Чтобы узнать, сколько следует взять этой кислоты, составляют пропорцию:

$$\begin{array}{l} 100 - 37,23 \\ x - 51,2 \end{array} \quad x = \frac{100 \cdot 51,2}{37,23} = 137,5 \text{ г}$$

или 137,5/1,19 = 115,5 кислоты с плотностью 1,19 г/см³. Отмерив 116 мл раствора кислоты, доводят объем его до 1 л. Так же разбавляют серную кислоту. При разбавлении ее следует помнить, что нужно приливать кислоту к воде, а не наоборот. При разбавлении происходит сильное разогревание, и если приливать воду к кислоте, то возможно разбрызгивание ее, что опасно, так как серная кислота вызывает тяжелые ожоги.

Если кислота попала на одежду или обувь, следует быстро обмыть облитое место большим количеством воды, а затем нейтрализовать кислоту углекислым натрием или раствором аммиака. При попадании на

кожу рук или лица нужно сразу же обмыть это место большим количеством воды. Особой осторожности требует обращение с олеумом, представляющим моногидрат серной кислоты, насыщенный серным ангидридом SO_3 . По содержанию последнего олеум бывает нескольких концентраций.

Следует помнить, что при небольшом охлаждении олеум закристаллизовывается и в жидком состоянии находится только при комнатной температуре. На воздухе он дымит с выделением SO_3 , который образует пары серной кислоты при взаимодействии с влагой воздуха.

Большие трудности вызывает переливание олеума из крупной тары в мелкую. Эту операцию следует проводить или под тягой, или на воздухе, но там, где образующаяся серная кислота и SO_3 не могут оказать какого-либо вредного действия на людей и окружающие предметы.

Если олеум затвердел, его следует вначале нагреть, поместив тару с ним в теплое помещение. Когда олеум расплавится и превратится в маслянистую жидкость, его нужно вынести на воздух и там переливать в более мелкую посуду, пользуясь для этого способом передавливания при помощи воздуха (сухого) или инертного газа (азота). При смешивании с водой азотной кислоты также происходит разогревание (не такое, правда, сильное, как в случае серной кислоты), и поэтому меры предосторожности должны применяться и при работе с ней. В лабораторной практике находят применение твердые органические кислоты. Обращение с ними много проще и удобнее, чем с жидкими. В этом случае следует заботиться лишь о том, чтобы кислоты не загрязнялись чем-либо посторонним. При необходимости твердые органические кислоты очищают перекристаллизацией.

Точные растворы. Точные растворы кислот готовят так же, как и приблизительные, с той только разницей, что вначале стремятся получить раствор несколько большей концентрации, чтобы после можно было его точно, по расчету, разбавить. Для точных растворов берут только химически чистые препараты. Нужное количество концентрированных кислот обычно берут по объему, вычисленному на основании плотности.

Пример. Нужно приготовить 0,1 н. раствор H_2SO_4 . Это значит, что в 1 л раствора должно содержаться:

$$\frac{49,039}{10} = 4,9039 \text{ г серной кислоты}$$

Кислота с плотностью 1,84 г/см³ содержит 95,6% H_2SO_4 и для приготовления 1 л 0,1 н. раствора нужно взять следующее количество (х) ее (в г):

$$\frac{100 - 95,6}{x - 4,9039}$$

$$x = \frac{100 \cdot 4,9039}{95,6} = 5,1296 \text{ г}$$

Соответствующий объем кислоты составит:

$$\frac{5,1296}{1,84} = 2,79 \text{ мл}$$

Отмерив из бюретки точно 2,8 мл кислоты, разбавляют ее до 1 л в мерной колбе и затем титруют раствором щелочи и устанавливают нормальность полученного раствора.

Если раствор получится более концентрированный), к нему добавляют из бюретки рассчитанное количество воды. Например, при титровании установлено, что 1 мл 6,1 н. раствора H_2SO_4 содержит не 0,0049 г H_2SO_4 , а 0,0051 г. Для вычисления количества воды, которое необходимо для приготовления точно 0,1 н. раствора, составляем пропорцию:

$$\frac{1000 - 4,9}{x - 5,1}$$

$$y = \frac{1000 \cdot 5,1}{4,9} = 1041 \text{ мл}$$

Расчет показывает, что этот объем равен 1041 мл раствор нужно добавить 1041 — 1000 = 41 мл воды. Следует еще учесть то количество раствора, которое взято для титрования. Пусть взято 20 мл, что составляет $20/1000 = 0,02$ от имеющегося объема. Следовательно, воды нужно добавить не 41 мл, а меньше: $41 - (41 \cdot 0,02) = 41 - 0,8 = 40,2 \text{ мл}$.

Для отмеривания кислоты пользуются тщательно высушенной бюреткой с притертым краном. Исправленный раствор следует снова проверить на содержание вещества, взятого для растворения. Точные растворы соляной кислоты готовят также ионообменным способом, исходя из точной рассчитанной навески хлористого натрия. Рассчитанную и отвешенную на аналитических весах навеску растворяют в дистиллированной или деминерализованной воде, полученный раствор пропускают через хроматографическую колонку, наполненную катионитом в Н-форме. Раствор, вытекающий из колонки, будет содержать эквивалентное количество HCl .

Как правило, точные (или титрованные) растворы следует сохранять в плотно закрытых колбах. В пробку сосуда обязательно нужно вставлять хлоркальциевую трубку, заполненную в случае раствора щелочи натронной известью или аскаритом, а в случае кислоты — хлористым кальцием или просто ватой.

Для проверки нормальности кислот часто применяют прокаленный углекислый натрий Na_2CO_3 . Однако он обладает гигроскопичностью и поэтому не полностью удовлетворяет требованиям аналитиков. Значительно удобнее пользоваться для этих целей кислым углекислым калием KHCO_3 , высушенным в эксикаторе над CaCl_2 .

При титровании полезно пользоваться «свидетелем», для приготовления которого в дистиллированную или деминерализованную воду добавляют одну каплю кислоты (если титруют щелочь) или щелочи (если титруют кислоту) и столько капель индикаторного раствора, сколько добавлено в титруемый раствор.

Приготовление эмпирических, по определяемому веществу, и стандартных растворов, кислот проводят по расчету с применением формул, приведенных для этих и описанных выше случаев.

Фиксаналы

Для быстрого приготовления точных растворов различных веществ (кислот, щелочей и солей) удобно применять фиксаналы.

Это — заранее приготовленные и запаянные в стеклянных ампулах точно отвешенные количества реактива, необходимые для приготовления 1 л 0,1 н. или 0,01 н. раствора. Фиксаналы продаются в коробках, содержащих 10 ампул. На каждой ампуле имеется надпись, указывающая, какое вещество или раствор находится в ампуле, и количество вещества (0,1 или 0,01 г-экв).

Для приготовления точного раствора вначале теплой водой смывают надпись - на ампуле и хорошо обтирают ее. В мерную колбу емкостью 1 л вставляют специальную воронку с вложенным в нее стеклянным бойком (обычно прилагается к каждой коробке фиксанала), острый конец которого должен быть обращен вверх. Если специальной воронки нет, можно пользоваться обычной химической воронкой, вставив в нее стеклянный боек. Когда боек будет правильно уложен в воронке, ампуле с фиксаналом дают свободно падать так, чтобы тонкое дно ампулы разбилось при ударе об острый конец бойка. После этого пробивают боковое углубление ампулы и дают содержимому вытечь. Затем, не изменяя положения ампулы, ее тщательно промывают дистиллированной водой из промывалки.

Для промывки рекомендуется употребить не менее чем шестикратное (по емкости ампулы) количество воды.

Промыв ампулу, ее удаляют, а раствор доливают, дистиллированной водой до метки, закрывают колбу пробкой и встряхивают.

Кроме жидких фиксаналов, имеются и сухие. При приготовлении из них растворов ампулу вскрывают так же, как описано выше. Нужно лишь заботиться о том, чтобы воронка была совершенно сухая. Когда ампула

будет разбита, все содержимое ее осторожным встряхиванием высыпают в колбу, ампулу промывают дистиллированной- водой.

В СССР выпускаются фиксаналы: H_2SO_4 ; HCl ; NaOH , KOH ; Na_2CO_3 ; NaHCO_3 ; NaCl ; KCl ; $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; K_2CrO_4 ; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$; KMnO_4 ; AgNO_3 ; NH_4SCN ; KSCN ; $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$; NaSCN ; $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$; I_2 ; $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$; BaCl_2 .

Фиксаналы рекомендуется применять во всех случаях, когда требуется быстро приготовить точный раствор; они особенно удобны в мало оборудованных лабораториях, в полевых условиях и пр. Щелочные фиксаналы пригодны только в течение определенного срока. Очень старые(2- 3-летней давности) щелочные фиксаналы могут оказаться уже неточными в результате загрязнения продуктами выщелачивания стекла. Остальные препараты, в особенности сухие, могут храниться неопределенно долгий срок.

Растворение жидкостей

Водные растворы жидких веществ, преимущественно органических, в лабораториях готовят не так часто. Важнейшими жидкостями, растворы которых иногда приходится готовить, являются метиловый и этиловый спирты, ацетон и некоторые другие. Ввиду того что отвешивание рассчитанного количества жидкости достаточно сложно, чаще всего вместо весовых количеств берут определенные объемы жидкостей. После сливания отмеренных объемов жидкостей раствор перемешивают.

Приготовленные растворы проверяют на содержание растворенного вещества или по плотности, или по молекулярной рефракции.

Растворение газов

В лабораториях чаще всего приходится готовить растворы аммиака, пользуясь для этого аммиаком из баллонов для жидких или сжатых газов. Для этого подготавливают установку, состоящую из баллона с аммиаком, предохранительной склянки (типа двухгорлой склянки Вульфа или соответственно оборудованной одногорлой склянки) и большой бутылки с дистиллированной водой.

Баллон соединяют с предохранительной склянкой лучше всего при помощи толстостенной вакуумной резиновой трубки или при помощи обычной резиновой трубки, обмотанной изоляционной лентой. Отводную трубку предохранительной склянки соединяют при помощи обычной резиновой трубки со стеклянной трубкой, опущенной почти до дна бутылки с дистиллированной водой. Газообразный аммиак выпускают из баллона очень осторожно, чтобы не создалось большое давление. Периодически раствор следует перемешивать той же стеклянной трубкой, через которую подается аммиак. Плотность получаемого - раствора проверяют при помощи ареометра для жидкостей легче воды. Когда будет достигнута

нужная плотность раствора, прежде всего закрывают вентиль баллона с аммиаком, а затем уже разбирают установку.

Индикаторы

Индикаторами называют вещества, применяемые при объемно-аналитических определениях и в некоторых других случаях для определения конца реакции.

Момент окончания реакции определяют или по изменению окраски (например, метилового оранжевого) или же по исчезновению или появлению ее (например, фенолфталеина).

Применять один и тот же индикатор во всех случаях титрования нельзя: это может повести к ошибкам. Поэтому нужно точно придерживаться указаний, какой индикатор применять в каждом отдельном случае. Если в методике анализа сказано, что в качестве индикатора берут метиловый оранжевый, то его и следует брать, не заменяя, например, лакмусом.

Индикаторы готовят обычно в виде разбавленных водных, спиртоводных или спиртовых растворов.

Изменение окраски индикатора зависит от изменения концентрации ионов водорода (рН), причем каждый индикатор меняет окраску только в определенных интервалах рН.

Индикаторы применяют также для определения реакции растворов (фильтровальная бумага, пропитанная соответствующим индикатором). Во всех случаях определения реакции раствора при помощи индикаторной бумаги не следует опускать ее в раствор. Надо взять маленькую каплю жидкости при помощи или тонкого капилляра или тонкой стеклянной палочки и захваченную жидкость наносить на индикаторную бумагу.

При титровании темноокрашенных жидкостей встречаются большие трудности, так как часто невозможно установить момент изменения окраски обычных индикаторов.

В таких случаях полезно применять так называемые титровальные палочки. Тонкий слой жидкости позволяет легче заметить изменение окраски, особенно если разглядывать его на фоне белой, предпочтительнее-баритовой (бланфиксовой), бумаги. Метод работы очень простой: палочку погружают в исследуемую жидкость, после каждой добавки раствора из бюретки палочку вынимают и о результате титрования судят по окраске тонкого слоя жидкости, оставшегося на палочке.

В этих же случаях можно пользоваться способом капель. На чистую белую фарфоровую или эмалированную дощечку наносят очень малое количество титруемой жидкости (на кончике капилляра) так, чтобы

образовалась мельчайшая капля. Изменение цвета раствора хорошо заметно, если капельки помещать в ряд.

Для титрования темноокрашенных жидкостей, применяют хемоллюминесцентные рН-индикаторы. Так, ди-метилнафтэйродин (6-диметиламино-1,2-бензофе-назин) растворяют в спирте и несколько капель индикатора добавляют в титруемый раствор. При облучении последнего ультрафиолетовым светом при рН 3,2—3,8 наблюдается переход флуоресценции от лиловой к оранжевой.

Люминол (гидразид 3-аминофталевой кислоты) трудно растворяется в спирте, поэтому применяют 0,01%-ный раствор люминола в спирте. Раствор его в присутствии перекиси водорода при рН больше 8 светится в темноте. Титрование кислот щелочами в присутствии этого индикатора следует проводить в темной комнате или в камере.

4-Этоксикар и до н растворим в спирте и уксусной кислоте. Его растворы флуоресцируют в ультрафиолетовом свете. Переход цвета флуоресценции от зеленого к синему происходит при рН 1,3—3,2.

Для титрования темноокрашенных жидкостей применяют также специальные колбы. Они отличаются от обычных тем, что имеют боковые отводные трубки небольшого диаметра, позволяющие наблюдать цвет окрашенного раствора в сравнительно тонком слое.

Колбы Фрея для титрования темноокрашенных жидкостей в нижней части имеют плоский выступ, в котором удобно наблюдать сравнительно тонкий слой титруемой жидкости.

Автоматическое титрование

Для аналитических работ большое значение имеет автоматизация процессов титрования. Это важно по многим причинам: 1) устраняется индивидуальная ошибка работающего; 2) ускоряется процесс титрования; 3) представляется возможным автоматически проводить запись кривых титрования, что во многих случаях имеет существенное значение.

Естественно, что при автоматизации процессов титрования особое значение приобретает индикация, т. е. определение конца титрования. Имеющиеся в настоящее время аппараты для автоматического титрования чаще всего приспособлены для потенциометрического титрования, позволяющего обходиться без цветных индикаторов. Обычно такие аппараты состоят из двух частей: электронного устройства и приспособления для перемешивания. Величину рН измеряют с помощью каломельного, серебряного, платинового или других электродов, что зависит от объекта исследования.

Автоматический титратор с поршневой бюреткой имеет высокую точность титрования. Импульсный титратор работает от сети переменного тока, причем бюретка его может быть емкостью до 50 мл. В этом случае точность отсчета по бюретке составляет 0,1 мл. Чтобы начать

титрование, достаточно нажать кнопку. Стекланный кран бюретки откроется автоматически и закроется только в точке перехода. Точность отсчета по бюретке составляет $\pm 0,05$ мл. Раствор во время титрования перемешивается магнитной мешалкой, составляющей часть прибора; число оборотов ее можно регулировать. Измерительная цепь контролирует электрохимические изменения, происходящие при титровании, и управляет сервомеханизмом подачи, который дозирует добавляемый раствор, логарифмически изменяя дозу до эквивалентной точки. Вследствие того, что аппарат работает на принципе измерения рН, его можно применять для титрования не только прозрачных, но и мутных растворов. Продолжительность титрования в среднем не превышает 50 сек.

Действие высокочастотного лабораторного титратора ТВ-6Л1 (см. рис. 356, е) основано на применении метода высокочастотной кондуктометрии. Падение напряжения в ячейке титрования, а следовательно, и уменьшение электропроводности зависят от изменения концентрации раствора.

Титратор ТВ-6Л1 предназначен для титрования: водных и неводных растворов кислот, щелочей и солей (концентрация от 0,0001 н. до 1 н.); растворов, загрязненных выпадающими осадками; окрашенных растворов, для которых трудно, а иногда невозможно подобрать неметаллические ампулы (путем сравнения с эталоном).

В СССР выпускаются и другие автоматические титраторы. Титратор ТФЛ-46 с фотоэлектрической индикацией конца титрования относят к полуавтоматическим приборам, однако, за исключением подготовки пробы для анализа, все операции титрования в аппарате автоматизированы: заполнение бюретки до нулевого уровня производится с точностью 0,01 см³, подача титранта автоматически прекращается в момент наступления точки эквивалентности (с относительной погрешностью не более 1%). Прибор, имеет восемь сменных цветных светофильтров в области от 400 до 720 нм, четыре аналитические ячейки с объемом для анализируемой пробы в пределах от 10 до 200 см³, сменные титрующие бюретки емкостью от 5 до 50 см³ и фотоэлемент типа Ф-9. Для перемешивания анализируемого раствора во время титрования применяется магнитная мешалка. Этот прибор может быть снабжен также фотоэлектрическим расходомером, имеющим выход на вторичный прибор для автоматической регистрации и записи расхода титрующего раствора. Титрующий анализатор типа ТЛ-ФП-67/571 имеет фотоэлектрическую и потенциометрическую фиксацию точки эквивалентности. Прибор снабжен сменными бюретками емкостью от 2 до 50 см³. При фотометрическом титровании объемы анализируемых растворов составляют от 3 до 100 см³, а при микропотенциометрическом — от 1,5 до 20 см³. При титровании с обычными электродами из комплекта рН-метра ЛПМ-60М — 20 см³ и

выше. Бюретки емкостью от 2 и 5 см³ заполняются до нулевого уровня автоматически с точностью 0,01 см³; бюретки емкостью 25 и 50 см³ — с точностью 0,05 см³. В момент достижения точки эквивалентности автоматически прекращается подача титрующего раствора. По мере приближения к точке эквивалентности скорость подачи титрующего раствора автоматически уменьшается. Это повышает точность анализа. Блочное-модульное построение прибора позволяет самостоятельно использовать отдельные узлы прибора, такие, как магнитная мешалка, рН-метр, фотоабсорбциометр.

Неводные растворы

Неводными называют растворы, в которых растворителем служат органические вещества — спирты, эфиры, бензол и др. Неводные растворы, в которых растворителем является неорганическое вещество, как, например, жидкий NH₃, Hg и т. д., здесь не рассматриваются ввиду сравнительно узкой области их применения и малой распространенности в обычной лабораторной работе. Обычно органические растворители употребляются для растворения органических жидких и твердых веществ, например, масел, жиров, смол и т. д., и реже — неорганических веществ, как, например, некоторых солей, щелочей и минеральных кислот.

В настоящее время органические растворители применяют в практике аналитической химии для так называемого неводного титрования. Известно, что многие неорганические вещества растворяются в органических растворителях. Для неводного титрования готовят растворы с нормальной концентрацией подобно тому, как для обычного титрования. Естественно, что свойства растворов в органических растворителях, применяемых для аналитических целей, отличаются от свойств водных растворов, так как поведение неорганических веществ в растворах прямо зависит от примененного растворителя.

При приготовлении растворов в органических растворителях расчеты проводят в зависимости от назначения раствора. Если он нужен не для аналитических целей, концентрацию растворенного вещества можно выражать в процентах, в граммах на литр и в молях органического вещества, т. е. так же, как и для водных растворов. Растворители, в зависимости от цели и назначения раствора, применяются или химически чистыми или в виде технических препаратов. Иногда химически чистые препараты могут быть получены из технических путем очистки. Очень многие органические растворители, применяемые в лаборатории, огнеопасны, и обращение с ними должно быть таково, чтобы исключалась возможность воспламенения. В лаборатории не разрешается держать большой запас таких растворителей, их нужно иметь столько, сколько требуется для работы. К огнеопасным относятся: диэтиловый эфир, спирты, ацетон, сероуглерод, бензол, бензин, петроленный эфир и др.

к огнебезопасным относятся хлорпроизводные, как четыреххлористый углерод, дихлорэтан, трихлорэтилен и т. п. Почти все органические растворители вредно действуют на здоровье, а поэтому необходимо избегать вдыхания воздуха, содержащего их пары. Работать с органическими растворителями нужно под тягой, чтобы не загрязнять воздух помещения их парами. Также совершенно недопустимо выпаривать органические растворители на лабораторных столах, не принимая каких-либо мер для улавливания их паров. Если по какой-либо причине улавливать пары нельзя, то выпаривание нужно вести только под тягой.

Следует помнить, что органические растворители дороги, их нужно использовать экономно и рационально, по возможности избегая лишних потерь.

Растворение в органических растворителях

Растворение веществ в органических растворителях несколько отличается от растворения в воде. Во-первых, если растворяют в летучих растворителях (диэтиловый эфир, ацетон, петролейный эфир и т. д.), нужно принимать меры к тому, чтобы они не улетучивались; во-вторых, если растворяют в сухих (безводных) растворителях, нужно предупредить попадание в растворитель влаги из воздуха. Исходя из этих соображений, растворение ведут при соблюдении определенных мер предосторожности.

Если вещество легко растворяется, то операцию можно вести в сосуде с притертой пробкой. Вначале в сосуд насыпают растворимое вещество, а затем добавляют растворитель. Пробку закрывают, и сосуд несколько раз встряхивают. Если же растворение идет медленно и притом для ускорения его необходимо постоянное перемешивание, то раствор готовят в специальном приборе с механической мешалкой.

Разберем случай растворения какого-нибудь органического вещества в органическом растворителе, например растворение ацетилцеллюлозы (эфир целлюлозы) в ацетоне. К широкогорлой банке подбирают соответствующую корковую пробку, в которой просверливают два отверстия: одно в центре, а другое, пошире, ближе к краю. Центральное отверстие служит для закрепления в нем ртутного затвора; во второе вставляют широкую стеклянную трубку с подобранной к ней резиновой пробкой. Ртутный затвор служит для того, чтобы не дать испаряться ацетону; через широкую трубку вводят растворяемое вещество.

Во внутреннюю трубку ртутного затвора вставляют мешалку того или иного типа. Вставив корпус ртутного затвора 8 в пробку, через внутреннюю трубку 6 пропускают стержень мешалки, после чего на наружный конец мешалки надевают стеклянный предохранительный колпачок 5. Верхний конец мешалки закрепляют в шкиве и проверяют, не болтается ли мешалка из стороны в сторону при вращении шкива. Добившись правильного отвесного положения мешалки, в трубку ртутного

затвора наливают ртуть до уровня, показанного на рис. 357, б. При неправильном закреплении мешалки она может или сломать ртутный затвор или переломиться сама. Мешалки бывают самых разнообразных видов (рис. 358); их легко изготовить из стеклянной палочки, без помощи стеклодува.

Не следует сообщать мешалке большое число оборотов, так как это может повести к расплескиванию жидкости или к поломке мешалки, если она почему-либо заденет за стенку сосуда. В последнем случае может также разбиться сосуд, в котором проводится растворение; поэтому движение от мотора к мешалке часто передают через несколько шкивов.

Скорость вращения мешалки устанавливают в зависимости от вязкости получаемого раствора; нужно помнить, что чем выше вязкость, тем труднее вращать мешалку и тем легче сломать ее.

Когда прибор собран и проверен, в сосуд наливают ацетон, хорошо закрывают пробку, соединяют механический привод и пускают в ход мотор. При этом нужно заботиться о том, чтобы ртуть не плескалась и чтобы сосуд был укреплен прочно и не болтался из стороны в сторону. Открыв широкую трубку, добавляют по мере растворения небольшими порциями ацетилцеллюлозу, трубку каждый раз закрывают пробкой.

В тех случаях, когда не приходится опасаться улетучивания растворителя и можно работать без ртутного затвора и пробки, монтаж прибора значительно облегчается. Нагревание часто ускоряет растворение, но его можно применять не всегда. Для растворения при нагревании собирают прибор, состоящий из колбы и обратного холодильника. Подлежащее растворению вещество вносят в колбу, затем туда же наливают растворитель, присоединяют к колбе обратный холодильник и (в зависимости от взятого растворителя) нагревают на водяной или воздушной, или другой подходящей бане.

Очень важен порядок введения вещества и растворителя. Если вещество представляет собой тонкий порошок, то вначале в колбу наливают растворитель, а затем небольшими порциями вносят вещество, каждый раз перемешивая раствор. Если же вначале насыпать порошок, а потом налить растворитель, то первый сразу же может набухнуть, образуя слипшийся ком, растворение которого потребует много времени и труда.

Только в тех случаях, когда растворяемое вещество не обладает способностью набухать перед растворением, способ растворения большого значения не имеет.

Как правило, после окончания растворения полученный раствор следует обязательно профильтровать, чтобы отделить все посторонние не растворившиеся вещества.

В тех случаях, когда растворение должно идти при низких температурах, устраивают искусственное охлаждение льдом или водой.

Банку или другой сосуд, в котором проводится растворение, помещают в эмалированную или металлическую кастрюлю; между стенками кастрюли и сосудом прокладывают в трех-четырех местах пробки так, чтобы сосуд в кастрюле был укреплен неподвижно; кастрюлю укрепляют по возможности прочно и в нее наливают воду или кладут лед. В первом случае можно даже устроить непрерывную циркуляцию воды. Для этого в кастрюлю опускают резиновую трубку, соединенную с водопроводным краном, кастрюлю наполняют водой и закрывают кран. Затем устанавливают сифон для стока воды, и когда вода начнет убывать, вновь открывают водопроводный кран, регулируя подачу воды таким образом, чтобы вода была постоянно на одном уровне.

При приготовлении охлаждающих смесей часто возникает необходимость разбивать большие куски льда. При разбивании льда молотком осколки его разлетаются во все стороны и много льда теряется. Легко и почти без потерь можно расколоть лед на куски нужного размера следующим образом. На кусок льда ставят напильник и не очень сильно ударяют по нему молотком. Куски льда лучше всего откалывать от краев глыбы.

Обесцвечивание растворов

Растворы многих, преимущественно органических, веществ, приготовленные из технических препаратов, часто имеют окраску. Она вызывается присутствием в растворе примесей, главным образом смолистого характера. Очень часто для очистки этих веществ от окрашенных примесей применяют избирательную адсорбцию. В качестве адсорбентов используют активированный уголь, окись алюминия, силикагель, кизельгур и др.

Обесцвечивание растворов можно проводить двумя путями: фильтрованием через слой адсорбента и добавлением адсорбента в очищаемый раствор, кипячением его и отфильтровыванием адсорбента.

Фильтрование через слой адсорбента. Если нужно осветлить небольшое количество жидкости, применяют прибор, сходный с воронкой Аллина или колонкой для хроматографирования. Если жидкости много, применяют воронку Бюхнера или обычную воронку, снабженную пластинкой из пористого стекла. В прибор помещают слой адсорбента. В случае использования воронки Бюхнера на фарфоровую сетку нужно сначала положить слой крупнопористой фильтровальной бумаги, на который насыпают слой адсорбента толщиной не менее 1 см, а если нужно обесцветить большой объем жидкости, слой адсорбента должен быть увеличен.

Наиболее приемлемым адсорбентом при этом способе осветления растворов является окись алюминия. Можно пользоваться и другими

адсорбентами, однако только в том случае, если слишком мелкие размеры частиц адсорбента не являются помехой.

Добавление адсорбента в очищаемый раствор. Этот способ распространен более всего. Эффективность обесцвечивания зависит и от адсорбента, и от свойств растворителя. Растворы в полярных растворителях лучше всего обесцвечивать различными сортами активированных углей. Обычная окись алюминия дает лучшие результаты в неполярных растворителях. Активированная же окись алюминия пригодна как для полярных, так и неполярных растворителей.

Для работы следует брать небольшое количество адсорбента и вводить его в холодный раствор.

После перемешивания раствор с добавленным адсорбентом нагревают и некоторое время кипятят, после чего адсорбент отфильтровывают. Однако нагревать с активированным углем легкоокисляющиеся вещества опасно, так как они могут окисляться кислородом, адсорбированным на поверхности угля. В подобных случаях положительный результат достигается хорошим перемешиванием раствора. Продолжительность перемешивания устанавливается опытным путем.

При фильтровании обесцвеченного раствора некоторая часть мелкого активированного угля может пройти через фильтр. В таких случаях фильтрат снова пропускают через тот же фильтр. Лучше пользоваться плотными фильтрами (синяя лента).

Если обесцвечивают растворы кислых веществ, активированный уголь нужно предварительно обработать разбавленной кислотой, для нейтрализации, содержащейся в нем щелочи, выпарить досуха и хорошо промыть водой.

Подведем итог сказанному о приготовлении растворов,

1. Все водные растворы следует готовить только на дистиллированной воде. При приготовлении водных растворов солей заданной концентрации нужно учитывать также кристаллизационную воду.

2. Приготовляя точные растворы, нельзя наливать в мерную колбу сразу все нужное количество воды.

3. Мерные колбы калиброваны на определенный объем лишь при температуре, указанной на колбе. Поэтому Точный объем жидкости можно получить только при стандартной температуре.

4. Так как приготовить растворы точно заданной концентрации трудно, то прежде чем пользоваться раствором, надо установить его концентрацию или поправку на нормальность.

5. Необходимо наклеивать этикетки (или делать надпись специальным карандашом) на сосудах с растворами.

6. Все растворы следует готовить только в хорошо вымытой посуде. Надо заботиться о том, чтобы приготовленные растворы не загрязнялись каким-либо образом. Нельзя путать пробки от посуды, содержащей растворы разных веществ.

7. Растворы, которые могут портиться от действия света, как марганцевокислый калий, азотнокислое серебро и др., нужно хранить только в темных склянках. Для некоторых веществ можно употреблять желтые склянки, для других же сосуда необходимо оклеивать черной бумагой, но не покрывать стекло черным лаком: лаковая пленка всегда немного пропускает свет. Если черной бумаги нет, бутылку или другой сосуд следует оклеить плотной бумагой и бумагу покрыть черным лаком.

8. Растворы щелочей нужно хранить так, чтобы на них не действовала двуокись углерода. Для этого в пробку вставляют хлоркальциевую трубку, наполненную натронной известью или другим твердым поглотителем двуокиси углерода.

9. Растворы щелочей следует готовить вначале очень концентрированными и разбавлять их до нужной концентрации только после отстаивания и фильтрования.

10. Надо быть осторожным с растворами, которые могут вредно действовать на кожу рук, одежду или обувь.

11. Все растворы нужно проверять. Точные растворы — путем установки титра, приблизительные — по плотности или иным путем.

12. Растворы (за исключением точных) после приготовления следует обязательно профильтровывать. Это относится одинаково и к водным растворам, и к растворам в органических жидкостях.

13. При приготовлении растворов в органических жидкостях надо применять только чистые растворители и, когда нужно, — безводные. Если растворитель чем-либо загрязнен, его следует перегнать или очистить от примесей каким-либо другим способом.

4.5 Красители и бактериологические краски

Красители - вещества, которые при соединении с различными материалами или биологическими субстратами придают последним окраску, т.е. способность к избирательному поглощению лучей света видимой части спектра. В ветеринарии наиболее широкое применение красители нашли в гистологии и цитологии - для окраски и распознавания микроструктурных компонентов тканей и клеток; Помимо того, красители применяются в биохимических исследованиях в качестве индикаторов для определения концентрации водородных ионов, в качестве цветных реактивов при различных биохимических анализах и т.п. Красителей широко применяют в гистохимии, где используется метод образования красителей прямо в гистологическом срезе из веществ, специфически

реагирующих с определенными субстратами (белками, углеводами, ферментами и т.д.).

Например, для гистохимического выявления белков содержащих триптофан, гистидин и тирозин, срезы обрабатывают раствором бисдиазосоединения, в результате чего молекулам белка присоединяется диазокомпонент со свободной диазогруппой, образуя азокраситель, для усиления, окраски которого проводят реакцию с каким-либо ароматическим амином или фенолом и получают в местах локализации триптофан, гистидин и тирозинсодержащие белки, ярко окрашенные бисазокрасителем.

Красители находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Номенклатура красителей не является рациональной химической и строится на основании цвета и некоторых других свойств красителей, а также методов их применения.

Название красителей имеют много синонимов, причем неодинаковых в разных странах. Единой рациональной классификации красителей нет. Наиболее широко применяются техническая и химическая классификаций. Первая принята, главным образом, в текстильной промышленности и основана на способах применения красителей.

По этой классификации все красители делятся на 3 группы: красители прямо, окрашивающие ткань, при погружении в красильную ванну (прямые или субстративные красители), красители окрашивающие ткань после ее обработки протравами (солями металлов, танином), которые закрепляют краски на волокне (протравные краски) и наконец, так называемые кубовые красители, образующиеся на волокне в ходе процесса крашения, например, в результате окисления бесцветных, растворимых в воде продуктов восстановления красителей (лейкооснований) в плохо растворимые красители. Наиболее общая химическая классификация делит все красители, также, на 3 группы - кислые, основные и нейтральные. Кислые красители содержат в своих молекулах такие функциональные группы, как SO_3H , $-\text{COOH}$, благодаря которым обладают свойством кислот.

Основные красители содержат amino-имино - и другие группы, которые придают красителям свойства основания. Нейтральные краски не содержат группировок такого ряда и поэтому не обладают свойствами ни кислот, ни оснований.

Такая классификация определяет характер взаимодействия красителей с окрашиваемым материалом. Кислые и основные красители взаимодействуют с ионизированными группами окрашиваемого материала, имеющим заряд противоположного знака.

Они образуют с ними соли, вследствие чего окраска оказывается прочной. Наоборот, нейтральные красители обладают большим сходством

с некоторыми веществами и поэтому окрашивают эти вещества. По принадлежности к определенным классам органических соединений **красители** подразделяются на ряд групп:

Нитрозокрасители содержат в своем составе $\text{NH} = \text{O}$ -группу, однако существуют в изомерной форме хиноноксидов. Например, нафтоловый зеленый:

Нитрокрасители - содержат нитрогруппы в качестве хромофоров и оксигруппу в качестве ауксохрома. Например, нафтоловый желтый (2,4 - динитро - 1 - нафтол), который применяется в гистологии и гистохимии для изучения локализации белков:

Азокрасители - наиболее многочисленная группа красителей, содержащие в своем составе одну (моноазокрасители), две (бис - азокрасители) или несколько (полиазокрасители) - $\text{N} = \text{N}$ групп.

Нафтохиноновые красители, например алканнин природный темно-красный протравный краситель, получаемый из *Alcanna tinctoria*, применяется и как индикатор.

Антрахиноновые красители содержат хиноновую структуру антрохинона. Например, алазарин - протравный краситель, при окраске в присутствии солей образует лаки, в присутствии ионов Fe^{3+} - окрашивает в красный, а ионов - Fe^{2+} в сине - фиолетовый цвета.

Хинониминовые красители - производные хинонимина и хинондимина. Например, 2,6 дихлор-фенолиндофенол – индофеноловый краситель, применяется для определения витамина С, используется в гистологии, дает метахроматическую окраску.

Тионин-тиазиновый основной краситель, применяется в гистологии, дает метахроматическую окраску; галлоцианин – оксазиновый слабокислый краситель, применяется в форме хромового лака в гистологии для выявления нуклеиновых кислот; нейтральный красный - азиновый краситель, применяется как индикатор для определения pH и для витальной окраски.

Ди-и Триарилметановые красители. Производные метана, два или три атома водорода в молекуле которого замещены ароматическими радикалами (арилами), один из них имеет хиноидную структуру. Наибольшее распространение имеют трифенилметановые красители. Например, парарозанилин (парафуксин) - триаминотрифенилметан, применяется в гистохимии в форме лейкопарофуксинсернистой кислоты для выявления альдегидных группировок: фенолфталеин, метиловый зеленый и др. К этой же группе красителей относят ксангеновые красители, например, пиронит, применяющийся в гистохимии нуклеиновых кислот, а также акридиновые красители, например, применяемые в флуоресцентной микроскопии - акридиновый оранжевый.

Полиметиновые красители - содержат в своей структуре цепь из нечетного числа атомов углерода с сопряженными двойными связями, ограниченную но концам атомами кислорода, азота или серы. Например, пинациано или 1,1 - диэтил, 2,2 - хинокарбоцианин - иодид, применяемый в фотографии для получения пластинок, чувствительных к красному свету.

Каротиноидные красители. К ним относят каротин, биксин, применяемые для покраски масла, маргарина и др. Помимо перечисленных, существуют другие классы красителей, имеющие то или иное различие в технике крашения и применяемых в гистологической практике (азометиновые, индигоидные, полициклические, фталоцианиновые, сернистые и другие красители).

Бактериологические краски.

Окраска микроорганизмов - способ выявления микроорганизмов, используемый при микробиологической диагностике инфекционных болезней и для изучения морфологии микроорганизмов с помощью микроскопии в видимом свете. Окраска микроорганизмов относится к интохимическим реакциям, происходящим между компонентами микроба и красителя. Все красители, используемые для окраски микроорганизмов, можно разделить на две основные группы - основные и кислые. Основные красители содержат красящий катион и бесцветный анион, кислые - состоят из красящего аниона и бесцветного катиона. Наиболее активны основные красители. Это обусловлено тем, что в обычных средах бактерии несут отрицательный поверхностный заряд, а внутри них содержатся вещества кислой природы (ДНК и РНК).

Так как красящая часть основных красителей несет положительный заряд, этот тип красителей обладает большим сходством со структурой микробной клетки, чем кислые, которые способны окрашивать клетку лишь при низких значениях pH. При обычных значениях pH кислые красители слабо фиксируются клеткой и легко удаляются из нее при отмывании. Поэтому кислые красители используются при так называемой негативной окраске - окрашивается фон препарата, на котором видны не окрашиваемые микробы.

Кроме кислых и основных существуют и нейтральные красители, представляющие собой смесь кислых и основных красителей, в которой катион и анион обладают красящими свойствами. Следовательно, такой краситель способен окрашивать клеточные элементы, характеризующиеся как ацидофилией, так и базофилией.

Примером нейтрального красителя является краска Гимзы, применяемая для окраски спирохет и простейших.

Следует отметить, что белковые структуры клетки при одних условиях могут быть окрашены кислыми, а при других - основными

красителями, что обусловлено амфотерностью белков, т.е. их способностью вести себя как кислоты или основания в зависимости от pH среды.

Красители: метиленовая синька тионин (синие краски), основной фуксин, сафранин и эозин, (красные), Бисмарк-браун или везувин (коричневая), метилгрют (зеленая), метилвиолет, генцианвиолет, кристалл-виолет (фиолетовые). Из них только эозин кислая краска. Она применяется для некоторых специальных целей. Все эти краски продаются в виде аморфных или кристаллических порошков, из них уже готовят красящие растворы.

Приготовление красящих растворов. Исходным материалом почти для всех необходимых рабочих красок является насыщенные спиртовые растворы, которые следует иметь в запасе и сохранять в склянках с притертыми пробками. Насыщенные спиртовые растворы готовят следующим образом: 10 г сухой краски насыпают во флакон с притертой пробкой, наливают 100мл 96° спирта ректификата и дают настояться в течение нескольких дней, каждый день, взбалтывая раствор.

Из таких насыщенных растворов готовят спиртоводные растворы, пригодные для окраски микробов. Наиболее часто употребляются следующие растворы:

Карболовый фуксин (фуксин Циля) - 10л насыщенного спиртового раствора фуксина и 909 мл 5% раствора карболовой кислоты.

Разведенный фуксин - 10 мл карболового фуксина и 90 мл дистиллированной воды. Щелочная метиленовая синька - 30мл насыщенного спиртового раствора синьки, 100мл дистиллированной воды и 1 мл 1 % раствора щелочи.

Важным компонентом при выполнении микробиологических работ является вода.

В лабораториях применяется дистиллированная вода нейтральной реакции. Для нейтрализации воды в две колбы наливают по 200мл исследуемой воды и в каждую из них добавляют по 1-2 капли 1% раствора нейтрального в дистиллированной воде. При pH воды 5,4-5,5 (кислая реакция) возникает свекловично-красная (рубиновая) окраска.

Тогда в одну из колб прибавляют по каплям, тщательно перемешивая 1% раствор углекислой соды до получения отчетливо различаемой разницы в окраске по сравнению с водой в другой (контрольной) колбы. Показателем нейтральности среды будет появление заметного оранжевого оттенка.

Если через 10-30 сек. цвет не изменится до первоначального, нейтрализацию можно считать законченной. Для окраски микробов лучше всего применять воду, имеющую pH 6,8-7,0.

Контрольные вопросы

1. Что такое химические реактивы и для чего они применяются?
2. В ветеринарии, для каких целей они используются?
3. Какие типовые группы аналитических химических реактивов Вы знаете?
4. Назовите все квалификации химических реактивов?
5. Для чего используются меченые изотопы химических реактивов?
6. Что должны знать работающие в Лаборатории?
7. На какие группы-классы делятся химические реактивы?
8. Как вы понимаете такие понятия как наиболее, мало и редко употребительные реактивы?
9. Почему и как производится экономия реактивов?
10. Опишите порядок обращения и использования реактивов?
11. Как производится хранение и учет и расходование ядовитых, сильно действующих и других химических веществ, используемые в лабораторном деле?
12. Растворы, и что вы понимаете под растворимостью?

5. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Различные виды животных, специально разводимые в условиях лаборатории или питомников для экспериментальных целей или производственной практики.

Лабораторных животных используют в целях диагностики болезней, моделирования различных физиологических и патологических состояний, изучение лечебно-профилактических и химических факторов, производства биологических препаратов - диагностических сывороток, вакцин, культур, тканей и др.

К лабораторным относятся животные различных систематических групп: простейшие, черви, членистоногие, иглокожие, амфибии, птицы, млекопитающие. Однако, чаще всего, лабораторных животных подразделяют на позвоночных и беспозвоночных.

5.1 Позвоночные и беспозвоночные лабораторные животные

Позвоночные лабораторные животных. История Использования животных с научной целью берет свое. Начало с V века до нашей эры. На первых порах оно было редким и Случайным, почти всегда ограничивалось одомашненными спутниками. Человека. В последующем, на животных стали изучать строение и функции различных органов живых организмов. В частности, известны наблюдения древнегреческого естествоиспытателя Диогена (5 век до н.э.), который, вскрывая трупы

животных, установил разные функции предсердий. Позднее анатомию и физиологию изучали на животных Аристотель, К. Гален, У. Гарвей и др. XVII век стал свидетелем рассвета экспериментальной биологии, который вскоре, однако угас вплоть до начала XIX века. Еще немногим более 100 лет назад опыты проводились на домашних или на диких животных, которых можно было легко выловить в природе. Выбор вида животного был ограниченным и случайным. В то время еще не существовало понятия "лабораторные животные". Понятие "лабораторные животные", как особая их категория, сложились лишь к концу XIX века.

К тому времени, биология из чисто описательной науки вступила в область эксперимента. От одомашненных животных биологи обратились к диким, особенно к тем, которые без приглашения человека стали добровольными его спутниками. Это были крысы и мыши, затем начали использовать кроликов и морских свинок. Чрезвычайная приспособленность крыс и мышей позволила остановить на них выбор, как на животных, которых можно легко содержать в неволе. Сравнительно скоро они стали размножаться в домашних условиях, причем их свойства изменились в выгодном для биолога направлении. Животные этих видов по природе всеядны, жизнеспособны и плодовиты, невелики по размерам и через несколько поколений жизни в неволе становятся ручными.

Все эти преимущества делают содержание крыс и мышей дешевым и удобным. Эти млекопитающие не являются высокоспециализированными животными, и поэтому крайне полезны в исследованиях, имеющих относительные отношения к человеку. Перечисленные и некоторые другие виды, используемые в настоящее время не столь интенсивно, стоят в первом ряду среди лабораторных животных. Такой их выбор не был случайным. Приспособившись к созданным человеком условиям среды и источникам питания, они поселились в непосредственной близости к человеку, стали в буквальном смысле слова царапаться в дверь его лаборатории. И человек открыл для них двери лаборатории в расчете на помощь в его быстро развивающихся исследованиях. Несколько иначе сложилась история превращения в лабораторных животных морских свинок. На своей родине, в Южной Америке они были настоящими домашними животными, подобно домашней птице в Англии. Обладали большими размерами, чем мыши и крысы, наделенные более специализированными физиологическими функциями, они были все же достаточно малы, здоровы и плодовиты, чтобы благоденствовать и приносить пользу в условиях неволи. Оказалось также, что они обладают и особыми преимуществами, которых лишены крысы и мыши, и по некоторым своим свойствам приближаются к человеку.

Так, например, высокая восприимчивость их к туберкулезу, бруцеллезу, потребность к аскорбиновой кислоте и т. д. Широкое

применение кроликов в лабораторном деле обусловлено их размерами и широкой распространенностью в качестве домашних животных, разводимых ради меха и мяса, поэтому дешевых и легкодоступных. Однако, будучи достаточно плодовитыми и хорошо приспособленными травоядными, кролики являются более специализированным видом животных. Введение в практику новых лабораторных животных имеет свои трудности. Оно может быть обусловлено необходимостью проведения большой предварительной работы по адаптации, поддержанию и разведению нового для лаборатории вида, а также по установлению его основных характеристик.

Поэтому неудивительно, что в настоящее время, когда использование лабораторных животных возросло до значительных размеров, соотношение различных видов животных довольно постоянно во всех странах мира. Количественно почти всюду мыши. Намного превышают все другие виды животных, и на их долю приходится около 70% от общей потребности позвоночных лабораторных животных.

Второе место в большинстве стран, занимают крысы – на их долю приходится около 13%. На третьем месте стоят морские свинки - 9%. Наконец, последнее место занимают кролики, куры, земноводные и прочие позвоночные животные (птиц - 3%, кроликов 2% и прочих —1%).

Интерес исследователей к грызунам обусловлен еще тем, что они имеют малые размеры, высокую плодовитость и короткий период жизни. За несколько месяцев жизни в организме грызуна можно проследить почти все процессы, которые у человека протекают годами. Средняя продолжительность жизни белых мышей 1,5-2, крыс 2-2,5 года, морских свинок 6-8, кроликов 4-9 лет. Всего в биологических исследованиях используются до 250 видов животных. Одни виды постоянно разводят в лабораториях и питомниках для научных исследований (белые мыши, белые крысы, морские свинки, кролики, хомяки, собаки, обезьяны и др.). Других - периодически отлавливают для эксперимента (полевки, песчанки, суслики, амфибии, рыбы и др.).

Имеется группа лабораторных птиц (куры, голуби, канарейки, перепелки и др.). Часть биологических экспериментов проводят на сельскохозяйственных животных (овцы, свиньи, крупный рогатый скот, лошади, верблюды и др.).

В зависимости от цели применения лабораторных животных различают несколько направлений работы. В первую группу обычно включают вопросы диагностики.

Сюда относится использование животных для диагностики болезней, обычно путем прививки исследуемого материала от человека или животного другому под опытному животному и наблюдения последствий этой прививки.

Например, можно провести прививку молока морским свинкам для диагностики туберкулеза, бруцеллеза. Ко второй группе целевых назначений относится использование лабораторных живот для научно-исследовательских работ.

В эту категорию включаются все виды научно-исследовательской работы – от весьма разнообразных теоретических исследований до повседневных испытаний токсичности, фармакологических, лечебных свойств новых лекарственных соединений и т.д. Некоторые авторы различают отдельную группу (третью) для онкологических исследований. Для чего в настоящее время используются в большем количестве мыши, крысы.

Причем, большая часть мышей, крыс принадлежат к инбредным линиям или к линиям с хорошо изученными свойствами, поскольку необходимость в таких линиях для онкологических исследований была признана гораздо раньше, чем для исследований в других областях науки. Для целей преподавания (четвертая) применяются самые разнообразные животные, но их число относительно невелико.

Бюджет любого учебного учреждения недостаточен для того, чтобы обеспечить необходимое число демонстрации и опытов по выработке у студентов необходимых навыков. Очень много лекарств и лечебных препаратов до получения разрешения на клиническое их применение, проходят испытания на животных.

Соответственно с этим пятая категория - биопроба включает такие области применения лабораторных животных, как титрование антител в иммунных сыворотках, определение в растворах биологически активных веществ (например, инсулина), определение активности вакцин и многих других показателей. Большинство таких биопроб стандартизовано, и проведение их предписывается правилами фармакологии и фармацевтики. Снабжение лабораторными животными в достаточном количестве и того качества, которое отвечает современным возрастающим требованиям, становится довольно сложной технологической проблемой.

Много животных требуется для проведения онкологических, радиобиологических исследований, для испытаний токсичности новых химических соединений.

Химики постоянно предлагают все новые и новые соединения, о биологическом действии которых на человека известно еще меньше. Биологическое исследование нового соединения состоит в испытании его на возможную токсичность.

В отношении лечебных и некоторых других препаратов, в содержание биологического исследования входит также качественная и количественная оценка некоторых других фармакологических свойств.

Исследования такого рода могут и должны быть проведены не на людях, а на животных.

Но, ни один вид животных нельзя считать копией человека. Определенное сходство в ряде черт, особенно среди млекопитающих, может иметь место, однако оно не подчиняется каким-либо общим правилам, и применение результатов опыта, полученных на животных к человеку, в известной мере, всегда является искусственным.

Например, если пшеничную муку для улучшения ее качества обработать препаратом "аган", то в ней образуется вещество, крайне токсичное для щенков и кроликов и безвредное для морских свинок. Токсично ли это соединение для человека - неизвестно. Тем не менее, по соображениям безопасности его больше не применяют в мукомольной промышленности (рисунок 5.1).

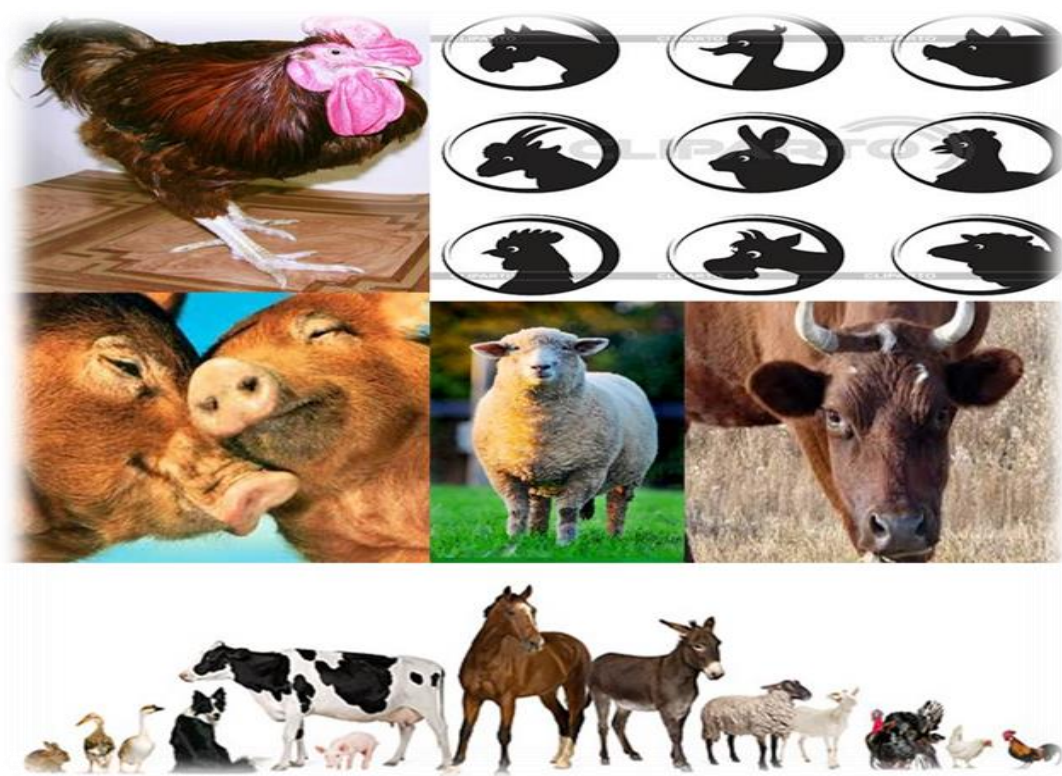


Рисунок 5.1 Позвоночные лабораторные животные.

Беспозвоночные лабораторные животные. Помимо позвоночных животных в лабораториях находят применение также многие беспозвоночные - простейшие, гельминты, членистоногие (насекомые, клещи) и др. Цели и методы использования их в качестве лабораторных животных весьма разнообразны. Незаменимыми объектами для разнообразных лабораторных исследований издавна служат простейшие.

Быстрота их размножения, малые размеры, относительная простота и удобства содержания в условиях лаборатории делают простейших самыми дешевыми экспериментальными моделями. Разработаны методы замораживания и длительного хранения некоторых видов простейших (трипаносом, лейшманий, токсоплазм и др.) в жидком азоте. Этот метод позволяет создавать криобанки (холодобанки) штаммов простейших, что удобно при использовании их в качестве лабораторных животных. Способность многих видов простейших размножаться бесполым путем является предпосылкой получения чистых линий простейших организмов - клонов, которые служат незаменимым объектом для генетических, иммунологических и других исследований. При постановке экспериментов с простейшими следует учитывать не только их вид, штамм или изолят, но нередко и принадлежность к определенной генетической линии. Большое значение при лабораторном содержании имеет знание жизненного цикла развития простейшего и отдельных стадий этого цикла. При работе с простейшими значительное влияние оказывают биотические и абиотические факторы окружающей среды.

В качестве лабораторных животных из простейших широко используются саркодовые, а среди них паразитические амёбы - *Entamoeba histolytica* (возбудитель амёбиоза у человека), *E. Invadens* (возбудитель амёбиоза некоторых рептилий), а также свободноживущая амёба (*E. Moshkoyskii*), представляющая морфологический двойник дизентерийной амёбы. *E. Histolytica* и *E. Invadens* в культуре являются удобными объектами для цитологического анализа действия противоамёбных препаратов. Зараженные *E. Histolytica* крысы, хомячки, котят и другие лабораторные животные являются моделями для изучения вопросов патогенеза, иммунитета и химиотерапии заболеваний, вызываемых паразитическими амёбами. Мелкие свободно живущие амёбы группы *Fimax* служат лабораторной моделью при разработке проблем паразитизма, среди них обнаружены виды, способные вызывать тяжелые заболевания человека и животных (первичный амёбный менингоэнцефалит и др.) (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 *Amoeba proteus*

Амебы видов *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba culbertsoni* и другие используются в культуре клеток для изучения их взаимодействия с тканями и клетками млекопитающих. На культурах этих амеб проводят поиск эффективных химиотерапевтических препаратов и дезинфекционных средств, а на экспериментальных моделях (зараженных животных) изучают механизмы патогенеза, иммунитета и др. Крупные амебы (*Amoeba proteus*, *Chaos*, *Pelomyxa* и др.) используются при цитогенетических и других исследованиях, в частности при анализе наследственной изменчивости, возникновения и частоты мутации.

В микрохирургических опытах получены ядерно-цитоплазматические гибриды - гетерокарионы, на которых изучают явления трансплантационной несовместимости, эпигенетической изменчивости и т.д. На этих объектах проводят разнообразные наблюдения по воздействию ионизирующего и ультрафиолетового излучений, химического мутагенеза. Разнообразные исследования проводятся на лабораторных культурах паразитических жгутиковых (Flagellata) - трихомонад, лямблий, трипаносом, лейшманий и др (рисунок 5.3).

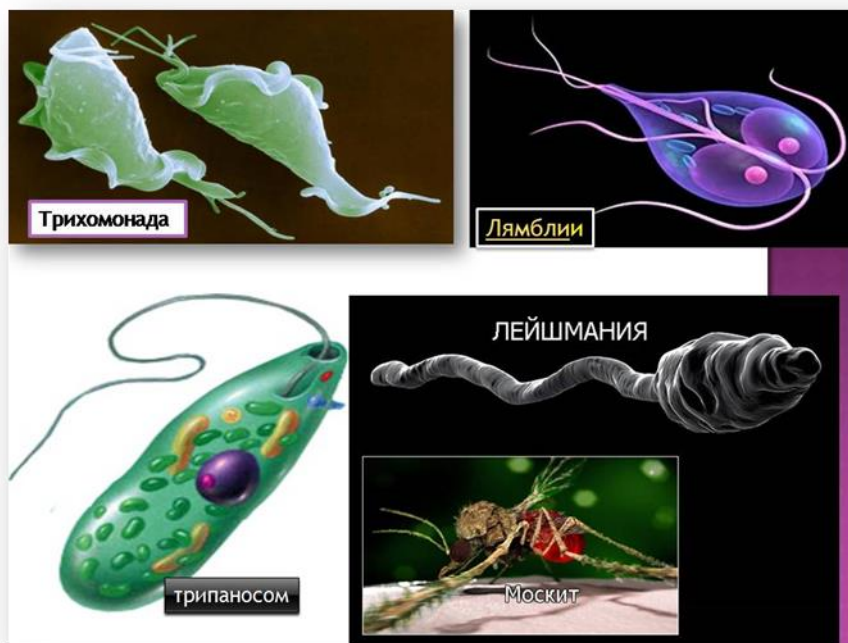


Рисунок 5.3 Паразитические жгутиковые

На этих простейших изучают особенности механизмов антигенной изменчивости, первичные реакции взаимодействия с клетками и их цитопатическое действие. Широко используются в биохимических исследованиях близкие к промастиготным формам лейшманий, жгутиковые *Critlridia fasciculata* и *Strigomonas oncopelti* из кишечника насекомых. Эти культуры служат моделями при изучении состава нуклеиновых кислот, различных органелл, зоофлагеллят и др. Жгутиковые (трипаносомы, лямблии и др.) широко используются при лабораторном моделировании взаимоотношения паразита и хозяина.

Имеются новые данные о культивировании разных групп возбудителей класса Sporozoa, приготовлении с их помощью вакцин, антигенов для серологических и аллергических реакций, о взаимоотношениях организма паразита и хозяина на клеточном и молекулярном уровнях, механизмов действия химиотерапевтических препаратов, изучения экологии возбудителей и т.д. Получены культуры возбудителей малярии человека, что дает возможность приготовления противомаларийных вакцин. Экспериментальные исследования проводятся также на возбудителях малярии грызунов и особенно малярии птиц.

К лабораторным животным стали относить и различные виды инфузории. Свободноживущие и паразитические ресничные (Ciliata), включая *Balantidium coli* - возбудителя балантидиоза, используются для биохимических, физиологических, цитологических, экологических исследований, при изучении действия проникающей радиации и других

физических и химических факторов, а также при разрешении других проблем, имеющих общебиологические и медицинские значения. Инфузорий представляют собой классические объекты для цитогенетических исследований, включая генетический анализ при изучении некоторых проблем изменчивости и наследственности. Инфузорий служат удобными объектами при токсикологических исследованиях, а также при изучении биологического эффекта действия ультрафиолетовых лучей проникающей радиации и других факторов.

В последние годы некоторые виды инфузорий нашли широкое применение в экспериментах и молекулярной биологии, в частности генной инженерии. Для содержания инфузорий *in vitro* разработаны разнообразные по составу среды от самых простых, в виде настоев трав и листьев, до сложных синтетических с заранее определенным химическим составом.

На различных паразитических червях - гельминтах изучают многих вопросы действия химиотерапевтических препаратов, некоторых вопросов, связанные с биологией гельминтов и т.д. Наблюдения проводят на гельминтах, паразитирующих у человека и животных. Гельминтов извлеченных из организма хозяина, отмывают подогретым до температуры 38°C раствором Рингера и помещают в специальные сосуды позволяющие регистрировать их движение, питание, изменения состояния кутикулы и т.д. Во многих лабораториях мира в качестве лабораторных животных используют различных членистоногих, таких как плодовая мушка, пчелиная моль, клоп и др. Стандартными лабораторными культурами являются кровососущие насекомые и клещи, которыми широко пользуются в различных паразитологических лабораториях. Необходимым условием использования в эксперименте членистоногих является проверка исходной природной популяции (родоначальника лабораторной культуры) на чистоту линии - отсутствии естественной зараженности возбудителями болезней, поскольку кровососущие членистоногие имеют определяющее значение в качестве переносчиков и хранителей возбудителей многих трансмиссивных инфекций, лейшманиозов, малярии и др.

Для определения степени участия какого-либо вида членистоногих в переносе возбудителей инфекций или его истинной роли в эпидемиологии и эпизоотологии необходимо проведение экспериментальных исследований с кровососущими членистоногими и возбудителями болезни.

В лабораторных инсектариях кровососущих членистоногих содержат в специально смонтированных колбах, пробирках, садках. Аргасовых и иксодовых клещей используют для длительного сохранения возбудителей спирохетов, риккетсиозов, арбовирусных.

5.2 Основы разведения и содержания лабораторных животных

Животные, предназначенные на племя, должны быть здоровыми, полноценными по своей конституции и достигшими определенного возраста. Порода, масть и т.п. имеют значение только при определенных требованиях опытов. Самок, дающих малочисленный или нежизнеспособный приплод, из группы племенных исключают. Молодняк, предназначенный на племя, с момента отсадки от матери переводят в группу ремонта, с особым кормлением, уходом и содержанием. Всех племенных животных регистрируют в специальном журнале или на карточках.

Кролики. Крольчат, выделенных на племя, содержат по 2-3 головы в клетках, самок и самцов отдельно. Соотношение самцов и самок должно равняться 1:8-1:10. Первая случка самок производится в возрасте шести месяцев. При случке подсаживают самку к самцу, а не наоборот. Беременность продолжается 28-32 дня. Во время беременности самки содержатся в клетке по одной. Количество родившихся крольчат достигает 1-12. Под самкой оставляют столько крольчат, сколько она может прокормить (сообразуясь с ее молочностью), но не более 6-8 голов. Крольчата рождаются слепыми. Прозревают они на десятый день после рождения. Молоком крольчата питаются до 20 дней, затем начинают поедать корм матери, так что в этот период нужно ставить в клетку дополнительный мягкий корм. Их отсаживают от самки в месячном возрасте, лучше всего в 2-3 приема, сперва более упитанных, а затем, остальных. Крольчат клеймят и рассаживают по 2-3, сообразуясь с их массой, характером и полом. Живая масса отсаженного молодняка (как и взрослых) зависит от породы. Повторная случка самок допускается не ранее чем по истечении 1-1,5 месяцев после родов. Племенная служба кроликов длится до 2-3 лет. В зимние месяцы самкам дают отдых.

Морские свинки. Животные допускаются к случке в возрасте не менее 9 месяцев, а самцы - 6 месяцев, при массе самок 540г, а самцов - 630 г. У свинок применяется так называемая вольная случка. В свободную клетку вначале помещают самца, а через день к нему подсаживают четырех самок. Животных содержат вместе до появления явных признаков беременности у самок, после чего последних рассаживают по одной в клетку. Беременность у свинок продолжается два месяца, а лактация - один месяц. Родятся обычно 2-3 детеныша с открытыми глазами. Через 2-3 часа после рождения они уже бегают по клетке. Молодняк в 30-дневном возрасте отсаживают в общие клетки по 4-6 голов. При выращивании молодняка (как и в отношении взрослых свинок) следует уделять особое внимание его кормлению и содержанию, так как эти лабораторные животные по сравнению с другими, обладают меньшей устойчивостью к

неблагоприятным условиям (сквозняк, сырость и пр.), поэтому, в частности, клетки со свинками нельзя ставить близко к окнам. Племенная служба свинок длится 2, реже 3 года. В год свинки дают от 3 до 5 пометов.

Белые крысы и мыши. Племенные мыши содержатся семьями по 5-6 самок и по одному самцу в одной клетке, где происходит так же случка и выкармливание молодняка. Самцы и самки *крыс* содержатся также вместе, но только в клетках больших размеров - в одной клетке по 10-12 самок и по 2-3 самца. Самки после появления признаков беременности удаляются из общей клетки и сажаются по две в одну клетку, где они приносят потомство и выращивают его. Мыши дают хорошие пометы с годовалого возраста, но не более 4-5 пометов. Крысы за свою производственную службу дают около 5-6 пометов, после чего выбраковываются, как и мыши. Половая зрелость у мышей и крыс наступает в возрасте около 3-4 месяцев. В течение года они могут дать 4-7 пометов по 5-9 детенышей. Масса зрелых мышей достигает: у самок - 18-19г. у самцов 19-22г. Масса крыс: самок-155-170г. самцов - 190-230г. Беременность у мышей длится 18-25 дней, у крыс 16-22 дня. Детеныши рождаются слепыми, у мышей массой около 1,5г, у крыс - около 5г. Глаза открываются у мышей в возрасте 12-14 дней, у крыс - между 14 и 17-м днем. Мыши и крысы начинают самостоятельно кормиться на 18-й - день жизни. Отсадка от самок у тех и других производится по достижении 25-30-дневного возраста. Масса молодняка в этот период равен у мышей 8-10, а у крыс 45-48г. Отсаженный молодняк мышей помещают в клетки по 20-25 голов, а крыс при возрасте детенышей около трех недель высаживают в большие клетки по 5-6 самок вместе с потомством, где их содержат 7-10 дней. По истечении этого срока самок удаляют в общие для взрослых клетки до следующей беременности. Различные маточники и специальные перегородки для гнезда в клетках у беременных животных всех видов являются излишними и лишь затрудняют обслуживание. Вместо маточников достаточно бывает перед родами помещать в клетки чистое сено в необходимом количестве, из которого сами животные устраивают себе гнездо и в этих условиях хорошо вскармливают потомство. Маточник необходим лишь для кроликов в зимнее время, если клетки находятся на открытом воздухе. При приеме новых животных в питомнике и выдаче животных под опыты, обращается внимание на состояние их здоровья и физическое развитие. При внешнем осмотре учитывается состояние шерстного покрова: у здоровых животных шерсть густая, плотно прилегает к телу, глянцевитая; у больных и ослабленных - она взъерошенная, матовая, часто грязноватая. У больных крыс и мышей есть, кроме того, очень характерный признак - посинение ушей и хвоста. Общее состояние здорового животного бодрое, взгляд живой, естественные отверстия чистые, аппетит хороший. Иногда у внешне здоровых животных

на коже появляются поражения с очаговыми выпадениями волос, что наблюдается при авитаминозах и заболеваниях грибкового происхождения. Поэтому всех животных с плешинами биркуют впредь до выяснения истинной причины заболевания. Кроме состояния здоровья, при приеме животных важно определить их живую массу. Крупных животных взвешивают в переносном ящике и на простых настольных весах. Для мышей и крыс лучше всего иметь весы без разновесов. Температуру тела животных, когда в этом возникает необходимость, измеряют в прямой кишке. При гибели животных в питомнике проводят обязательное их вскрытие, а при подозрении на инфекцию – и бактериологическое исследование. Если животные поступают в питомник из хозяйства, неблагополучного или подозрительного по заболеваниям, их выдерживают положенный срок в карантине, но не менее двух недель, только после этого они могут быть допущены в общее стадо или под опыт.

5.3 Использование лабораторных животных

Основными условиями при выборе лабораторных животных являются:

- 1) восприимчивость намеченного животного к изучаемому микроорганизму (когда возбудитель мало известен, опыты ставятся на том виде животных, у которого данное заболевание встречается в естественных условиях);
- 2) удобства и безопасность в работе и в содержании;
- 3) доступность и дешевизна животного.

Выбор животного и методы постановки опытов. Предназначенное для опытов здоровое животное должно быть восприимчиво к изучаемому возбудителю. Следует особенно остерегаться того, чтобы в опыт не было взято животное, ранее заражавшееся изучаемой инфекцией, находящееся в инкубационном периоде заболевания или являющееся бациллоносителем. Перед опытом обязательно метят соответствующим образом всех отобранных животных. Для этого чаще всего используют различные краски: насыщенный раствор пикриновой кислоты, 0,5% раствор генцианвиолета или фукцина, карболовый раствор фукцина и т.д.

Обычно одну краску наносят на разные места тела животного по заранее составленной схеме. Мечения путем выстригания шерсти следует избегать, особенно при длительно протекающих опытах.

Применяют также металлические номерки, прикрепляемые на ушах или лапках (например у птиц), остригание коготков и др. При отборе животных для опытов обращают внимание, помимо здоровья, на их массу, возраст и пол. Иногда требуется подбор по мастям. Если по характеру исследования важен учет температуры тела, то животных перед началом

опыта термометрируют в течение трех дней для выявления средних температурных показателей.

Иногда перед опытом требуется специальная подготовка животных: выдерживание на определенной диете, применение средств, нейтрализующих желудочный сок и т.п. В некоторых опытах имеет большое значение создание для животного определенного режима и обстановки содержания, что не следует забывать.

6. БОЛЕЗНИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

В связи со спецификой условий содержания в виварий лабораторные животные проявляют повышенную восприимчивость к заболеваниям. Опасность заразных заболеваний возрастает при организационных и технических упущениях в содержании, как - скученности, недостаточном и неправильном кормлении, несоответствующем назначению инвентаре (особенно клеток), несоблюдении основных мер профилактики и пр. Стандартизация лабораторных животных по микробиологическому статусу обусловила их деление на две группы – конвенциональные (обычные) и гнотобиотические (с известной микрофлорой) животные.

По рекомендации ВОЗ (1973г.) конвенциональные животные при разведении должны подвергаться микробиологическому контролю - мыши, крысы, хомяки, морские свинки и кролики на сальмонеллез, туберкулез, псевдотуберкулез, листериоз, лептоспирозы, пастереллез, пневмококкоз, *Bordetella bronchiseptica* (за исключением кроликов), дерматомикозы, лимфоцитарный хориоменингит, на все виды эктопаразитов, гельминтов; дополнительно мыши, крысы и морские свинки - на *Streptobacillus moniliformis*, мыши и крысы на микоплазмозы, мыши - на *Corinebacterium murium*, стрептококки группы А, вирус оспы, кролики - на *Treponema cuniculi*.

К гнотобиотическим лабораторным животным относятся безмикробные, моно - и ди - или поликонтамированные животные и животные без специфических патогенных факторов или возбудителей, которые широко используется при проведении важных экспериментов. Для успешной работы и достижения цели необходимо знать наиболее распространенные болезни среды лабораторных животных. Так как они очень чувствительные и с повышенной восприимчивостью ко многим заболеваниям инфекционного характера - вирусного, бактериального микозного происхождения, инвазионного-протозойного, гельминтозного, арахноидного начала, а так же на ряд заболеваний незаразной этиологии. Следует отметить особую чувствительность мышей и свинок.

6.1 Инфекционные болезни

Вирусные болезни. Лабораторные животные чаще болеют такими вирусными болезнями как инфекционный ринит, инфекционный стоматит, мик соматоз и др. Инфекционный ринит (заразный насморк)- возбудитель вирус парагриппа-2, бактерии бронхосептикус, стафилококки, пастереллы. Более подвержены кролики всех возрастов. Источником заражения являются больные животные, перезаражения происходит аэрогенным путем. Возникновению и распространению болезни predisposing факторы условий содержания - сквозняки, резкие колебания температуры среды обитания, сырость, повышенное содержание пыли, пуха, аммиака в вивариях. Инфекционный стоматит («мокрая мордочка»)- возбудитель вирус, болеют в основном молодняк лабораторных животных (больше всего крольчата), источник заражения - больные животные. Возникновению и распространению способствуют антисанитария, перепады температуры, повышенная влажность, скученное содержание и т.д. Миксоматоз - возбудитель вирус. Основные переносчики болезни - насекомые (комары, москиты), эктопаразиты (вши, блохи, клещи), механически переносить могут птицы, животные, человек, благоприятствует инфицированность кормов, предметов ухода, ослабленность организма. Для вирусологической диагностики вирусных инфекций используется вирусологические, серологические и биологические методы исследования.

Бактериальные болезни. Болезни лабораторных животных бактериального происхождения имеет более широкий диапазон и представляется такими распространенными заболеваниями как пастереллез, листериоз, туберкулез, псевдотуберкулез, колибактериоз, сальмонеллез, пневмококкоз, стафилококкозы, плевропневмония и др.

Пастереллез (геморрагическая септицемия) - возбудитель пастерелла, грамотрицательная палочка; болеют кролики, свинки, крысы и мыши, восприимчивые КРС, свиньи, овцы, гуси, куры. Источником инфекции являются в основном больные, переболевшие (бациллоносители) животные, загрязненные корма, предметы ухода и т.д. Распространителем болезни могут быть и люди (через одежду, обувь), птицы и грызуны. Заражение - в принципе через органы дыхания, не исключаются и другие пути. Причина недоброкачественные корма, нарушения в технологии содержания и ухода.

Сальмонеллез - поражает всех лабораторных животных, а также грызунов, свиней, овец, телят, лисиц, песцов, нутрий, порок, птиц (утки, голуби и др) и человека, более больше болеют белые мыши, кролики и молодняк. Возбудитель - микробы паратифозной группы - сальмонеллы (*Salmonella* *Breslau*, *Gartneri*, *Suipestirper* и др). Источником заражения служат больные животные и бациллоносители,

загрязненные корма, инвентарь, вода, подстилка, от молока коров (бациллоносителей) и т.п. Предпосылка - нарушения условий содержания, ухода, кормления и водопоя, антисанитарное состояние вивариев и питомников.

Стафилококкоз. Возбудитель - стафилококк (гноеродный). Стафилококки относятся к семейству Micrococcaceae, роду Staphylococcus, являются возбудителями гнойных воспалительных процессов и осложнений (фурункулы, карбункулы, абсцессы, флегмоны, панариции, пневмония, остеомиелит, сепсис и др.), могут вызвать пищевую интоксикацию. Основным источником распространения болезни являются больные животные. Причиной, предрасполагающими возникновению болезни антисанитарные условия содержания, скученность, травмы, укусы, минеральная недостаточность. По характеру проявления признаков различают септикемию (пиодермия), блуждающую пиемию, мастит и общую септицемию.

Колибактериоз. Возбудитель - кишечная палочка; предшественник сальмонеллез: болеют лабораторные животные, мыши, свинки, чаще крольчата (молодняк). Источник - больные животные, возникновению болезни сопутствуют ослабление животных из-за плохого кормления, недоброкачественные корма, вода, инвазия кокцидиоз, гельминтозы и другие факторы.

Пневмококкоз. Возбудители-пневмококки (Streptococcus pneumoniae), являются причиной крупозной пневмонии, ползучей язвы роговицы, различных сепсисов, ринитов, менингитов, отитов и других гнойно-воспалительных процессов как лабораторных, так и других видов животных и человека. Причина предрасположенность организма из-за плохих условий содержания, кормления и ухода.

Псевдотуберкулез. Болеют кролики, свинки и мыши, крысы мало восприимчивы. Возбудитель - палочковидная форма, грамтрицательная. Источник - загрязненные возбудителем корма, подстилка, почва, кал больных животных и бациллоносители. Заражение - через пищеварительный тракт, реже при дыхании. Восприимчивы животные всех возрастов. Эпизоотия псевдотуберкулеза может протекать опустошительно, часто принимая затяжную форму. Признаки заболевания не характерны.

Туберкулез. Возбудитель - микобактерии из Mycobacterium tuberculosis и Mycobacterium bovis. Животные заражаются воздушно-капельным и пылевым путем, иногда через желудочно-кишечный тракт. Возбудитель главным образом бычьего типа. Источник - больные животные, загрязненные корма и подстилка, молоко от больных коров. Заражение через per os, реже - через органы дыхания. Заметно восприимчив молодняк лабораторных и других видов животных.

Листерия. Болеют многие виды животных и человек. Возбудитель - микроб листерия. Болезнь проявляется во все времена года. Источником заражения служат больные листериозом животные - через носовые истечения, мочу, кал, абортированные плоды мышевидных грызунов, которые загрязняют (осеменением) корма, воду, подстилки и инвентарь листериями.

Плевропневмония свинок. Возбудитель из группы диплококков, частое заболевание свинок. Заражение происходит через бациллоносителей и больных свинок, проявляется главным образом весной и осенью, что подчеркивает основную причину возникновения болезни сырость, сквозняки, скученное и антисанитарное содержание, неполноценное кормление и наличие бациллоносителей. При микробиологической диагностике бактериальных инфекций используются бактериоскопические, бактериологические, серологические, биологические (биопроба) и другие исследования, что зависит от биологических особенностей возбудителя, его локализации в организме, периода заболевания и других факторов. Но наиболее достоверным считается бактериологический метод с выделением чистой культуры возбудителя и ее идентификация.

Грибковые болезни (микозы). Заболевания, вызываемые грибами, называются микозами. Они очень разнообразны как по биологическим особенностям их возбудителей, так и по патогенезу и клинике самой болезни. Среди патогенных грибов можно выделить такие группы:

1) дерматофиты- возбудители заболеваний кожи и ее придатков (волос, ногтей и т.д);

2) грибы рода Кандида - возбудители кандидозов или кандидомикозов - заболеваний кожи и слизистых оболочек, редко внутренних органов;

3) криптококки, гистоплазмы, бластомицеты, кокцидиоиды, а также плесневые грибы - возбудители глубоких микозов, поражающие самые различные органы и ткани.

Среды лабораторных животных самое широкое распространение получили стригущий лишай, аспергеллез и т.д., а по поражению кормов сапролегниозы (дерматикозы). Стригущий лишай. Грибковое заболевание, характерное антисанитарии и большой сырости. Возбудитель - гриб, дерматофит проникающий в волосяные мешочки, в волос и поверхностные слои кожи. Стригущим лишаем болеют все сельскохозяйственные и лабораторные животные, звери и человек. Особенно чувствительны мыши, кролики и молодняк всех видов животных. Лабораторные животные больше всего поражаются двумя видами стригущего лишая - трихофитией и микроспорией. Основные носители трихофитии - домовые и полевые мыши, крысы и др.

грызуны, а микроспории - кошки. Источник заражения больные животные и зараженные предметы места обитания (клетки, корма, подстилка инвентарь и т.д.). Стригущий лишай распространен повсеместно, проявляется в любое время года из-за антисанитарных условий содержания, не доброкачественных кормов, скученного содержания, сырости помещения и т.д.

Аспергиллез (пневмомикоз). Возбудитель - плесневый гриб аспергиллюс, очень устойчивый к факторам внешней среды. Источник инфицированные корма, подстилка, воздух, предметы обихода. Особую опасность представляют плесневелые отходы общественного питания, пораженное сухое сено и др. Заражение происходит вместе с зараженной пылью через дыхательные пути.

Аспергиллез (пневмомикоз). Возбудитель - плесневый гриб аспергиллюс, очень устойчивый к факторам внешней среды. Источник инфицированные корма, подстилка, воздух, предметы обихода. Особую опасность представляют плесневелые отходы общественного питания, пораженное сухое сено и др. Заражение происходит вместе с зараженной пылью через дыхательные пути.

6.2 Инвазионные болезни

Протозойные болезни. К патогенным простейшим относятся дизентерийная амеба, плазмодии малярий, лейшмании, токсоплазмы и др. Многие патогенные простейшие являются внутриклеточными паразитами и проходят определенные циклы развития, образуя разнообразные формы в организме хозяина, переносчика и во внешней среде. Наиболее распространенным заболеванием среды протозойных является кокцидиоз, возбудители которого имеют специфичность для разных видов животных.

Кокцидиоз. Возбудители кокцидии-паразитические одноклеточные простейшие. Различные виды кокцидии специфичны. Так, например, в организме кроликов паразитируют 10 видов, 9 из которых обитают в слизистой кишечника, вызывая кишечный кокцидиоз, в печени, обуславливая печеночный кокцидиоз. Источниками кокцидий могут быть больные и скрытые носители. Кокцидионосительство среди кроликов очень распространенное явление. Болезнь передается через загрязнено - зараженные корма, воду, почву, подстилку, инвентарь и пр.

Паразиты в организм животных попадают через рот в виде зрелых ооцистов. Распространению болезни способствуют антисанитарные условия содержания, сырость, скученность, плохое кормление, резкая смена кормов и др. объективно-субъективные причины. Кокцидиоз проявляется в двух формах: кишечной и печеночной,

на практике чаще смешанной форме, поражение и печени, и кишечника одновременно. Отмечается нередко эпизоотий кокцидиоза, характеризующийся массовой гибелью лабораторных животных, в особенности кроликов.

Гельминтозные болезни.

Инвазионные заболевания гельминтозного происхождения очень широко распространены. Среди гельминтозных болезней у лабораторных животных чаще отмечаются такие заболевания как пассалуроз и цистицеркоз.

Пассалуроз. Возбудитель - нематода (круглые черви) пассалура (острица), паразитирующая в толстом отделе кишечника. Источник заражения - загрязненные калом корма и питьевая вода. Распространению болезни способствует антисанитарные условия содержания лабораторных животных, в частности кроликов. Самки остриц откладывают яйца в складках анального отверстия, вызывая при этом сильный зуд прямой кишки.

Цистицеркоз (финноз). Возбудители - личинки цестоды (ленточные черви). Основным источником заражения собаки, которые выделяют вместе с калом яйца паразита и загрязняют корма и воду.

Арахнозы - болезни, вызываемые клещами. Наиболее распространенные среди лабораторных животных из арахнозов - зудневая и ушная чесотки. Зудневая чесотка (саркоптоз, нотоедроз). Болезнь вызывает чесоточные клещи (зудни). Здоровые лабораторные животные (кролики в основном) заражаются при прямом контакте с больными животными или через предметы среды обитания, с которыми соприкасались пораженные животные зудневой чесоткой. Клещи, внедряясь в кожу животных, вызывают воспалительный процесс и продвигаясь в коже вызывают сильный зуд, что приводит к сильным беспокойствам, теряют аппетит, могут и погибнуть. Диагноз ставится на основании клинических признаков и по результатам микроскопических исследований соскобов кожи. Ушная чесотка. Возбудитель - накожный клещ. Болеют все лабораторные животные, особенно кролики. Источник - больные животные, с которых клещи перебазируются на здоровых, а также предметы ухода, спецодежда обслуживающего персонала. Распространению болезни способствуют отсутствие дезинфекции, скученное содержание, повышенная влажность, депрессивное состояние лабораторных животных, связанные с плохим кормлением и уходом, частые стрессы и т.д. Ушная чесотка также характеризуется зудом и появлением экземы в области ушной раковины. При осложнении воспалительный процесс поражает барабанную перепонку, затем среднее, в последующем - внутреннее

ухо. При поражении мозговых оболочек, появляются нервные припадки, травмы и животные погибают.

6.3 Незаразные болезни

Незаразные болезни лабораторных животных имеют «богатую» этиологию и группируются на желудочно-кишечные заболевания, органов дыхания, глаз, обморожения, солнечный и тепловой удары, рахит, авитаминозы и т.д., которые связаны с условиями содержания, кормления, ухода, водопоя, нарушениями режимов кормления, простудными явлениями и множеством других факторов среды по ходу эксплуатации животных. Желудочно-кишечные заболевания. К этой группе болезней относятся тимпания (вздутие живота), метеоризм (вздутие кишечника), катары (катаральные воспаления слизистых оболочек желудка и кишечника). В свою очередь различают кислый катар, щелочной катар, простудный катар, где сами названия дают основную этиологию болезней. Пододерматит - заболевание связанное с условиями содержания в основном на сетчатых полах. Характеризуется выпадением полос нижней поверхности лап, в большей степени задних конечностей, образуются сухие корочки, переходящие в мозоли («намины»), которые трескаются (под массой) и появляются язвы. При загрязнении последних стафилококками развиваются гнойные язвы и сепсис организма. В результате стафилококковой септицемии может наступит смерть животного.

Болезни органов дыхания обусловлены с условиями содержания - сквозняки, холодная сырая погода, не утепленность вивариев и питомников, резкие температурные колебания, повышенная концентрация вредных газов, в особенности аммиака, скопление пуха и пыли в клетках и помещении и т.д. Различают такие заболевания органов дыхания как воспаление слизистой носовой полости (ринит), бронхит, катаральное воспаление легких и плевры, которые возникают в силу вышеназванных причин. Солнечный и тепловой удары. Солнечный удар возникает при длительном воздействии прямых солнечных лучей в летние жаркие дни, а тепловой удар происходит из-за перегревания организма животных в жаркие дни при скученном содержании с повышенной влажностью в душных, плохо вентилируемых помещениях, длительных транспортировках с отсутствием вентиляции и т.д. Разница между этими ударами в том, что при солнечном - тепло действует на центральную нервную систему, и температура тела животных остается в норме, тогда как при тепловом ударе - тепло влияет на весь организм, и температура тела животных повышается на 0,5 - 1°C и более из-за нарушения терморегуляции, в частности отдача тепла задерживается, образуя как бы «застой» тепла, связанный с действием тепла - высокой

температуры и повышенной влажности помещений или транспортных средств. Обморожение, как бы обратный процесс, т.е. влияние низкой температуры (криогенный фактор), повышающей отдачу тепла, но под действием заметно низкой температуры периферийные сосуды ушей, конечностей сужаются и терморегуляция нарушается, что приводит к обморожению отдельных участков тела, а при длительном воздействии может привести к гибели из-за полного обморожения организма животных. Различают 3 степени обморожения, первая степень - легкая, характеризуется припухлостью и болезненностью обмороженного места; вторая - средняя, протекает образованием пузырей, наполненных светлой жидкостью, которые в последующем лопаются, образуя долго не заживающие язвы; третья - выражается омертвлением-некрозом обмороженных участков и их отторжением. Конъюнктивит (воспаление слизистой оболочки век), заболевание появляющееся из-за засорения глаз пылью, опилкой, мякиной, песком и другими веществами, травмы, ушибы, ранения век острыми, режущими, колючими предметами, а также связанное с недостатком в рационе витамина А. Конъюнктивит обычно протекает в двух формах - легкой, катаральной (слизистой) и осложненной, гнойной. Последняя приводит к изъязвлениям роговицы глаз, образованию бельма и кератитам.

Рахит - возникает вследствие недостатка в кормах витамина Д, солей кальция и фосфора или нарушения фосфорно-кальциевого обмена организма. При этой болезни наблюдается искривление костей конечностей, позвоночника, нередко утолщение костей и образование на них вздутий. Животные отстают в росте и развитии. Авитаминозы, часто наблюдаемые явления, связанные с заметным недостатком или вообще отсутствием тех или иных витаминов, которые приводят к появлению различных нарушений в организме, что, в свою очередь, обуславливает развитие различных заболеваний, иногда с гибелью животных, нередко без видимых клинических признаков. Известно, что наибольшее значение для лабораторных животных имеют витамины А, В, С, Д и Е. Причем, для кроликов и свинок особенно необходимы витамины А, В, С, Д, а для крыс и мышей - А, В, Д и Е, ибо крысы и мыши способны синтезировать витамин С в своем организме. Признаки заболевания, связанные с отсутствием того или иного витамина у лабораторных животных, характерны и для других видов животных, т.е. аналогичны и появлению авитаминозов. Этому способствует однообразное, одностороннее кормление, отсутствие кормов содержащих необходимые витамины, нарушение технологии уборки и хранения кормов, наличие антагонистов, разрушающих или угнетающих синтез тех или иных витаминов, недостаточность освещенности, темные помещения и другие факторы. Анализ причинности возникновения тех

или иных заболеваний животных вообще, лабораторных животных в частности как инфекционного и инвазионного происхождения, так и незаразного характера позволяют отменить четыре главных разрешающих фактора:

1. Генетические данные, которых следует укреплять в каждом виде животных, лабораторных животных в конкретности (как в рыбоводстве);

2. Решение проблем полноценности сбалансированного кормления, учитывая вопросы оптимума и минимума необходимых компонентов-ингредиентов, имея ввиду экономичность и их совместимость, т.е. отсутствия агрессивности и антагонизма между ингредиентами;

3. Условия содержания, которые следует по мере возможностей максимально оптимизировать с учетом биологических особенностей лабораторных животных;

4. Постоянный надзор и контроль условий «эксплуатации» лабораторных животных с тем, чтобы другие хозяйственные проблемы, не «затмили» важность и необходимость на перспективу этой отрасли, основы ветеринарной науки, лабораторного животноводства. Поэтому профилактика заболеваний лабораторных животных включает жесткий контроль и строгое соблюдение всех санитарно-гигиенических правил, максимальное обеззараживание окружающей среды (помещений, воздуха, оборудования, кормов, подстилки и т.п.), создание оптимальных условий содержания животных, соответствующих их природно-физиологическим и экологическим особенностям, проведение карантинных мероприятий при перемещении животных, а также своевременную изоляцию больных и их уничтожение. В профилактике кишечных инфекций большое внимание уделяется контролю за микрофлорой кишечного тракта. Ибо, как уже говорилось выше, лабораторные животные подвержены многим инфекционным и инвазионным заболеваниям: сальмонеллезам, листериозу, псевдотуберкулезу, пастереллезу, туляремии, стафилококкозам, оспе, вирусной диарее, шигеллезу, лимфоцитарному хориоменингиту, болезни Тизера, микозам, гельминтозам, кокцидиозам, аскаридозам и др. У лабораторных животных, так же, встречается латентное носительство патогенных простейших бактерий и вирусов (особенно у крыс). Обезьяны могут быть источником заражения человека вирусами герпеса, гепатита, оспы и др. Всего описано более 100 инфекций и инвазий лабораторных животных. Профилактика заражения человека от животных предусматривает строгое соблюдение обслуживающим персоналом личной гигиены и систематическое медицинское обследование обслуживающего персонала. В научных учреждениях, где

проводятся исследования на лабораторных животных, должны быть научно-вспомогательные подразделения: Виварий и экспериментально-биологическая Клиника. В виварии содержатся и частично разводятся отдельные виды животных с последующей передачей их для экспериментального исследования. Виварий и экспериментально-биологическая клиника размещаются в отдельном здании (комплексе зданий). Для удовлетворения постоянно растущего спроса на лабораторных животных, для разведения видов, линий и категорий, во многих странах мира возникла самостоятельная отрасль хозяйства - лабораторное животноводство с соответствующими базами. Организована соответствующая подготовка рабочих кадров, что позволяет максимально выгодную эксплуатацию подопытных животных.

Контрольные вопросы

1. Что такое конвенциональные и гнотобиотические животные?
2. Какие виды заболеваний лабораторных животных Вы знаете?
3. На какие происхождения классифицируются инфекционные болезни?
4. Какие вирусные заболевания лабораторных животных Вы знаете?
5. Назовите заболевания лабораторных животных бактериального происхождения?
6. Охарактеризуйте причины микозных заболеваний лабораторных животных?
7. Классификация болезней инвазионного происхождения?
8. Перечислите протозойные болезни лабораторных животных?
9. Причины возникновения гельминтозных болезней лабораторных животных?
10. Опишите основные гельминтозные заболевания лабораторных животных?
11. Что Вы понимаете под арахнозами?
12. Какие заболевания лабораторных животных вызываемые арахнозами вы знаете?
13. Какие незаразные заболевания лабораторных животных Вы знаете?
14. Назовите незаразные заболевания лабораторных животных кормового происхождения?
15. Назовите незаразные заболевания лабораторных животных простудного характера?
16. Обоснуйте причины появления тех или иных заболеваний.

Список использованной литературы

а) основная литература

1. Антонов В.И. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические. Справочник / В.И. Антонов.- М., «Агропромиздат», 1991,с. 287
2. Буров А.Д. Лабораторные животные. М., изд. «Сельхозлитературы, журналов и плакатов»/ А.Д. Буров.-М.,1963.с.385-414
3. Борисов Л.Б., Козьмин - Соколов Б.Н. и др. Руководство к лабораторным занятиям по микробиологии. М., «Медицина», 1979 г., с.286.
4. Гинзбург О.Ф., Петров А.А. Лабораторные работы по органической химии. М., «Высшая школа», 1974 г., с. 286.

б) дополнительная литература

1. Ильясов Б.К. Иммунологическая реактивность организма лабораторных животных и молодняка КРС, привитых ассоциированной вакциной против болезни/ Б.К. Ильясов.- Алматы, «Кайнар», 1977 г., с. 195.
2. Калугин Ю.А. Кормление кроликов. М., «Агропромиздат», 1985г., с. 120.
3. Красов В.М. Биохимические методы исследования. М.. изд. «Сельхоз. литературы, журналов и плакатов», 1963 г., с.560.