

14. Gerhard A. Review of impact of heavy metals on stream invertebrates with special emphasis on acid conditions / A. Gerhard // Water, Air, and Soil Pollution. - 1993. - Vol. 66 №3-4. - P. 289-314.
15. Borjesson P. Environmental systems analysis of biogas systems / P. Borjesson, Berglund M. // Biomass Bioenergy. - 2005. - Vol. 30, N 5. - P. 469-485.

Рецензент: В.П. Гранкин
д-р физ.-мат. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 07.12.2012

УДК 504.61

©Шавкун В.В.¹, Капустин А.Е.²

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Статья посвящена исследованию полигона твердых бытовых отходов г. Мариуполя. Описаны методы анализа мусора, накопившегося на полигоне, грунтовых вод и фильтрата по химическим и биологическим показателям.

Ключевые слова: полигон твердых бытовых отходов, фильтрат, отстойник, химический анализ, биологический анализ.

Шавкун В.В., Капустин А.Е. Методи дослідження полігону твердих побутових відходів. *Стаття присвячена дослідженню полігону твердих побутових відходів м. Маріуполя. Описані методи аналізу сміття, що накопичене на полігоні, ґрунтових вод та фільтрату за хімічними та біологічними показниками.*

Ключові слова: полігон твердих побутових відходів, фільтрат, відстійник, хімічний аналіз, біологічний аналіз.

V.V. Shavkun, O.E. Kapustin. Methods of landfill's studying. *This article is about investigation of landfill on Mariupol city. Methods of chemical and biological analysis waste, which located on the landfill, subterranean waters and runoffs.*

Keywords: landfill, runoff, sump, chemical analysis, biological analysis.

Постановка проблемы. Исследуемый полигон твердых бытовых отходов г. Мариуполя занимает территорию 5,4 га и расположен на левом берегу р. Кальмиус в 6,7 км от места ее впадения в Азовское море. Полигон состоит из трех частей: 1 - свалка, на которой расположен мусор (около 5,375 млн. т), накопленный в течение 43 лет; 2 – площадка, на которой будет располагаться мусор в будущем; 3 – для сбора поверхностного стока между существующей свалкой и проектируемым полигоном расположен отстойник, размером 110 x 90 м и глубиной до 5 м. Образующий на полигоне фильтрат оказывает негативное влияние на грунтовые воды, а также на Азовское море, поскольку фильтрат постоянно стекает в р. Кальмиус.

Цель статьи – для разработки технологии по борьбе с загрязнением полигона ТБО необходимо знать его состав. Такая информация должна включать данные о морфологическом составе мусора, химическом и биологическом составе стоков, а также о выбросах в газовую среду. Для получения этих данных проводили анализ мусора и фильтрата, точки отбора проб приведены на рисунке.

Изложение основного материала. 1. **ОТБОР ПРОБ.** Пробы мусора для дальнейших исследований отбирали согласно методики [1]. Для определения морфологического состава мусора исследовали 1000 г отходов. Среднегодовые результаты исследования фракционного состава

¹ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² д-р хим. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

мусора приведены в таблице 1.

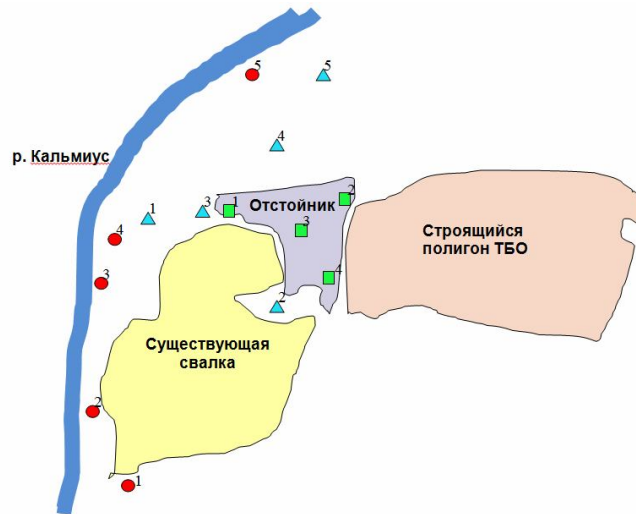


Рисунок – Точки отбора проб на полигоне: **4** – места отбора фильтрата, **5** – скважины, **2** – места отбора проб воды отстойника

Таблица 1

Фракционный состав мусора

№	Наименование фракции	Содержание, %
1.	Пищевые отходы	37
2.	Бумага	28
3.	Древесина	2
4.	Металл	2
5.	Пластмасса	7
6.	Текстиль	8
7.	Стекло	6

Для химических и биологических исследований из недробленных твердых бытовых отходов отбирали крупные предметы, в том числе бумагу, тряпки, кости, не имеющие признаков фекального загрязнения. Из оставшейся массы отбросов для исследования отбирали 200 г. Пробу недробленных твердых бытовых отходов помещали в кювету с 1,5 л воды. Тщательно отмывали и ополаскивали все части отходов и затем отбрасывали. Шероховатые и сильно загрязненные объекты обмывали кисточкой в той же воде и также отбрасывали. Промывные воды переливали в 3-литровую банку с широким горлом и с притертой пробкой.

Банки со смывными водами встряхивали в течение 15-20 мин. и оставляли на 1 час для отстаивания. Затем верхний слой жидкости сливали, стараясь удалить все, что всплыло на поверхность. Остаток жидкости разливали в крупные центрифужные пробирки. Пробирки центрифугировали в течение 5 мин. при 600 об./мин.; воду из пробирок сливали, а осадок обрабатывали, как почву, по методу [2] на яйца гельминтов.

Точечные пробы песка отбирали согласно методу [1]. Для этого на пробной площадке из одного или нескольких слоев или горизонтов методом конверта. Точечные пробы отбирали шпателем. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.

Для химического анализа объединенную пробу составляли из десяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы - 1 кг.

Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами (нефтепродукты, тяжелые металлы и др.) точечные пробы песка отбирали послойно с глубины 5 и 20 см мас-

сой 200 г каждая.

При отборе точечных проб и составлении объединенной пробы исключали возможность их вторичного загрязнения. Точечные пробы песка, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирали инструментом, не содержащим металлов. Перед отбором точечных проб стенку прикопки зачищали ножом. Точечные пробы песка, предназначенные для определения летучих химических веществ, сразу помещали в стеклянные банки с притертыми пробками, заполнив их полностью до пробки.

Для бактериологического и гельминтологического анализов с одной пробной площадки составляли 10 объединенных проб. Каждую объединенную пробу составляли из трех точечных проб массой от 200 г каждая, отобранных послойно с глубины 5 и 20 см.

Пробы песка, предназначенные для бактериологического анализа, в целях предотвращения их вторичного загрязнения отбирали с соблюдением условий асептики.

Отбор проб воды производили в соответствии с требованиями [3]. Посуду, предназначенную для отбора и хранения проб, промывали раствором соляной кислоты 1:1, а затем дистиллированной водой.

Пробы воды отбирали с помощью батометра с глубины не менее 1-2 м ниже уровня воды в скважинах и с глубины 0,3-0,5 м в поверхностных водоемах. Извлеченную из скважины воду заливали в емкости с притертыми пробками. Общий объем пробы воды – 6 л.

Часть пробы, объемом 2 л, предназначенную для выполнения общего химического анализа, отбирали без консервантов. Остальную часть отобранной пробы наливали в пять сосудов, в каждый из которых предварительно помещали консервант. Для консервации железа применяли буферный раствор из уксуснокислого натрия и уксусной кислоты, фенолов – гидроксид натрия, нефтепродуктов – раствор четыреххлористого углерода, сероводорода – раствор уксуснокислого кадмия. Объем сосуда с консервантом для сероводорода – 250 мл, а с консервантами остальных указанных компонентов – 500 мл.

Пробы для микробиологического анализа отбирали в стерильные емкости, с плотно закрывающимися пробками и защитным колпачком из плотной бумаги согласно методике [1]. Посуду предварительно стерилизовали сухим жаром или автоклавированием. Стерильные емкости открывали непосредственно перед отбором, удаляя пробку вместе со стерильным колпачком, не допуская соприкосновений пробки с краями емкости. После наполнения емкость закрывали стерильной пробкой и стерильным колпачком. При заполнении емкостей оставляли пространство между пробкой и поверхностью воды, чтобы пробка не смачивалась при транспортировке.

Пробы воды отбирали с глубины 10-15 см от поверхности воды. Придонные пробы отбирали в 30-50 см от дна. Отбор проб производили с использованием надувных плавсредств. Поверхностные пробы отбирали батометром с устройством для закрепления стерильных емкостей. Глубинные пробы отбирали специальным батометром, предназначенным для этих целей. После отбора каждой пробы батометр стерилизовали фламбированием. Из одной точки в первую очередь отбирали пробы для микробиологических, а затем для гельминтологических исследований. Объем пробы – 1,5 л.

2. БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ. Общее микробное число. К общему числу микроорганизмов относят мезофильные аэробы и факультативные анаэробы, способные образовывать на питательном агаре колонии, видимые при увеличении в 2 раза при температуре 37 °С в течение 24 ч и при температуре 22 °С в течение 72 ч.

Для определения общего микробного числа по методу [2] пробу тщательно перемешивали разводили дистиллированной водой в соотношении 1:10, 1:100, 1:1000.

Затем 1 мл воды из каждого разведения вносили каплями в чашки Петри, заливали мясо-пептонным агаром и инкубировали в термостате при 37 °С на протяжении 24 часов. Количество колоний, которые выросли на мясо-пептонном агаре, умножали на показатель разведения воды.

Результаты определения общего микробного числа фильтрата приведены в таблице 2.

Содержание бактерий группы кишечной палочки определяли по методу [2]. Пробы воды высевали в глюкозопептонную среду. Посевы инкубировали при температуре 43 °С в течение 24 ч. Затем пробы пересевали на среду Эндо. Посевной материал брали с таким расчетом, чтобы выросли изолированные колонии. Для этого производили пересев бактериологической петлей штрихами по поверхности среды. Чашки с посевами помещали в термостат и

инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. При росте на среде Эндо темно-красных колоний с металлическим блеском их принадлежность к БГКП подтверждали микроскопированием мазков, окрашенных по Граму, и постановкой оксидазного теста [4]. Наличие мелких неспорообразующих грамотрицательных палочек в мазках и отрицательный оксидазный тест позволяли дать заключение о содержании кишечной палочки в анализируемой пробе воды.

Таблица 2

Общее микробное число фильтрата

Место отбора пробы	1	2	3	4
Значение показателя, кл/л	$4,2 \cdot 10^5$	$5,9 \cdot 10^5$	$5,8 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^4$

Оксидазный тест проводили следующим образом: брали петлей 2-3 изолированные колонии, выросшие на среде Эндо, и наносили штрихом на фильтровальную бумагу, смоченную соответствующим реактивом. При отрицательной реакции на оксидазный тест фильтровальная бумага не изменяет цвета в течение 1-2 мин. после нанесения бактериальной массы. При активной реакции на оксидазу фильтровальная бумага синее в течение 1 -2 мин. Определение титра БГКП (коли-титра) проводили установлением наименьшего количества воды, в котором находится одна кишечная палочка.

Микробиологические показатели мусора проводили аналогичным образом, исследуя смывные воды, приготовленные при отборе проб.

Микроорганизмов р. *Salmonella* определяли по методу [2]. Для определения сальмонелл пробу засеивали в две среды накопления: селенитовый бульон и среда Мюллера-Кауфмана. Для количественного определения сальмонелл устанавливали их концентрацию посевом в магниевую среду с титрованием в трех параллельных рядах десятикратных разбавлений от 100 до 1 мл, прибавляя соответствующие навески и растворы. Посевы в среды накопления инкубировали при температуре 37 °С в течение 18-20 ч. При обнаружении помутнения производили высеивание бактериологической петлей на две чашки с висмут-сульфитным агаром. Рассев производили одним из методов получения изолированных колоний. Чашки с посевами инкубировали при температуре 37 °С в течение 18-20 часов. При обнаружении колоний, подозрительных на сальмонеллы, по 4-5 изолированных колоний с каждой чашки снимали для посева в пробирки с комбинированными средами для определения биохимических свойств, подтверждающих принадлежность к родам *Salmonella*.

Микроорганизмов р. *Staphylococcus* определяли по методу [1]. Для этого пробу исследуемой воды фильтровали через 3 фильтра с таким расчетом, чтобы получить изолированные колонии. Фильтры помещали на желточно-солевой агар и инкубировали при температуре 37 °С в течение 24 ч. Блестящие выпуклые колонии белого, палевого, золотистого цвета, окруженные радужной, с перламутровым блеском, зоной подсчитывали. Для подтверждения принадлежности таких бактерий к *Staphylococcus aureus* подозрительные колонии пересевали на желточно-солевой агар бляшками, микроскопировали, определяли плазмокоагулязную активность. При наличии мелких грамположительных кокков, располагающихся в виде гроздей, и коагулировании плазмы, их количество делили на объем воды, профильтрованной через фильтры, на которых велся учет, и умножали на 100.

Сульфитредуцирующие кластридии – спорообразующие анаэробные палочковидные микроорганизмы, редуцирующие сульфит натрия до сульфидов на железосульфитном агаре при температуре 44 °С в течение 16-18 ч. В воде кластридии определяли в связи с использованием этого показателя для оценки эффективности обработки питьевой воды на этапах технологических процессов. Споры сульфитредуцирующих кластридий являются более устойчивыми, чем вегетативные клетки бактерий к воздействию обеззараживающих агентов, а также неблагоприятных факторов, действующих на микроорганизмы в воде водоемов. Кластридии указывают на давнее фекальное загрязнение.

Споры сульфитредуцирующих кластридий определяли методом прямого посева согласно методики [5]. Для этого посеивали в стерильные пробирки и заливали горячим железосульфитным агаром высоким столбиком, по стенке пробирки во избежание попадания воздуха. Немедленно после заливки пробирки опускали в емкости с холодной водой для создания анаэробных условий в толще агара. После застывания посеивали инкубировали при температуре

44°C, через 24 ч подсчитывали результаты.

Исследование песка на яйца гельминтов производили по методу [1]. Почву помещали в центрифужные пробирки и заливали 3 % раствором гидроксида натрия. После центрифугирования к надосадочной жидкости добавляли раствор нитрата натрия. Микроскопировали при увеличении в 80, а для степени их развития или деформации – в 400 раз.

Гельминтологическое исследование воды производили по методу [1]. Для этого в каждую пробу сточных вод добавляли в качестве коагулянта сульфат алюминия. Смесь размешивали и центрифугировали, жидкость сливали, а осадок обрабатывали по методике Романенко для исследования почвы.

Гельминтологическое исследование осадков сточных вод и донных отложений производили по методу [1]. Для этого промытый осадок исследовали методом Романенко для исследования почвы на яйца гельминтов.

3. ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ. Измерение массовой концентрации натрия, калия, лития и стронция выполняли эмиссионным пламенно-фотометрическим методом [6]. Перед выполнением измерений пробы сточной воды с рН ниже 2 фильтровали через бумажный фильтр.

Для определения содержания натрия и калия к отфильтрованной пробе воды добавляли раствор соли цезия (спектроскопический буфер) и дистиллированную воду. Результаты определения концентрации натрия и калия в фильтрате приведены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание натрия и калия в фильтрате

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4	5
Концентрация, мг/л	200	2889,6	221,2	448,0	33,6	198,8

При определении лития к анализируемой пробе добавляли смесь хлорида цезия и нитрата алюминия (спектроскопический буфер). При определении стронция к анализируемой пробе добавляли раствор хлорида лантана (спектроскопический буфер). При обработке результатов измерений содержания натрия, калия, лития и стронция в анализируемой воде учитывали разбавление пробы и рассчитывали содержание металла в пробе.

Для определения кальция титриметрическим методом [7] к исследуемой воде добавляли дистиллированную воду, раствор гидроксида натрия, индикатор мурексид и титровали раствором трилона Б до перехода окраски из грязно-зелёной в синюю. Результаты определения содержания кальция в воде скважин приведены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание кальция в воде скважин

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	3	5
Концентрация, мг/л	140	248,9	227,4	100,0

Бериллий, ванадий, висмут, кадмий, кобальт, медь, молибден, мышьяк, никель, олово, свинец, селен, серебро, сурьму, хром, железо, марганец, цинк определяли пламенным атомно-адсорбционным согласно методики [8]. Для этого профильтрованную пробу воды, доведенную до рН=3, распыляли в пламени горелки и регистрировали абсорбцию элемента при требуемой длине волны. Результаты определения содержания кадмия в воде отстойника приведены в таблице 5.

Таблица 5

Содержание кадмия в воде отстойника

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3
Концентрация, мг/л	0,001	0,003	0,003	0,0054

Концентрацию алюминия определяли фотометрическим методом [9]. Для этого в нейтрализованный раствор добавляли раствор сульфата аммония, ацетатный буфер,

аскорбинову кислоту и алюминон. Оптическую плотность раствора определяли при длине волны $\lambda = 525-540$ нм. Результаты определения содержания алюминия в воде скважин приведены в таблице 6.

Таблица 6

Содержание алюминия в воде скважин

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	0,5	0,64	0,67	1,62	0,58

Содержание ртути определяли методом атомной абсорбции в холодном паре [10]. Для этого подготовленную воду продували азотом и вносили поглотительный раствор, затем добавляли раствор хлорида олова (II) и осуществляли отдувку ртути. Затем добавляли дистиллированную воду. Полученный раствор вводили в реакционную ячейку прибора и проводили выполнение измерений, добавляя раствор хлорида олова. Результаты определения содержания ртути в воде скважин приведены в таблице 7.

Таблица 7

Содержание ртути в воде скважин

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	3	5
Концентрация, мг/л	0,0005	0,00	0,0009	0,0009

Сульфаты определяли титриметрическим методом [11]. Для этого в колбу с отфильтрованным катионитом и анализируемой водой добавляли этиловый спирт и индикатор дитизон до образования сине-зеленого цвета раствора. Затем пробу титровали раствором нитрата свинца до перехода окраски в красно-фиолетовую.

Концентрацию хлорид-ионов определяли меркуриметрическим методом [12]. Для этого отмеренный для измерения объем профильтрованной и обработанной воды перенесли в коническую колбу для титрования, добавляли дистиллированную воду и смешанный индикатор. После чего приливали по каплям раствор гидроксида натрия до перехода желтой окраски в синюю, затем - по каплям раствор азотной кислоты до желтого окрашивания раствора, раствор азотной кислоты до получения pH=2,5. Полученный раствор титровали раствором азотнокислой ртути до фиолетового окрашивания. Результаты определения содержания хлоридов приведены в таблице 8.

Таблица 8

Содержание хлоридов в воде отстойника

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	350,0	3150,1	3459,9	3480,1	3481,2

Фториды определяли фотоколориметрическим методом [12]. Для этого к пробе исследуемой воды добавляли раствор ализарин-комплексона, буферный раствор, нитрат лантана и дистиллированную воду. Тщательно перемешав, ставили полученный раствор в темное место, после чего измеряли оптическую плотность при длине волны $\lambda=610-620$ нм. Данные содержания фторидов в воде скважин приведены в таблице 9.

Таблица 9

Содержание фторидов в воде скважин

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	1,5	3,09	2,7	3,72	4,8

Фосфаты определяли фотометрическим методом [12]. Для этого к профильтрованной в день отбора пробе исследуемой воды, приливали растворы разбавленной серной кислоты, молибдата аммония, аскорбиновой кислоты, антимоилтартрата калия сульфаминовой кислоты. Затем через короткое время еще раствор аскорбиновой кислоты. Оптическую

плотность измеряли при длине волны $\lambda=880$ нм. Данные содержания фосфатов в воде отстойника приведены в таблице 10.

Таблица 10

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2
Концентрация, мг/л	3,5	3,67	3,50

Определение концентрации роданидов производили фотометрическим методом [12]. Для этого к анализируемой пробе прибавляли раствор хлорида цинка и дистиллированную воду, полученный раствор перемешивали, затем приливали растворы соляной кислоты и хлорида железа. Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны $\lambda=480$ нм. Данные содержания роданидов в воде отстойника приведены в таблице 11.

Таблица 11

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3
Концентрация, мг/л	0,1	6,15	6,35	6,21

Фенолы определяли газохроматографическим методом [13]. Для этого в сосуд для газовой экстракции вносили анализируемую воду и промывали диэтиловым эфиром. Эфирную фракцию анализировали на хроматографе «Хром 5».

Таблица 12

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	0,1	689,69	24,31	684,11	28,0

Определение химического потребления кислорода производили титриметрическим методом [14]. Для этого к исследуемой пробе воды добавляли растворы дихромата калия, сульфата серебра и концентрированной серной кислоты, После чего добавляли раствор ферроина. Титровали избыток непрореагировавшего дихромата калия раствором соли Мора до перехода окраски индикатора из синевато-зеленой в красно-коричневую. Результаты определения химического потребления кислорода в воде отстойника приведены в таблице 13.

Таблица 13

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	15,0	32,8	24,4	22,5	30,1

Концентрацию нефтепродуктов определяли методом ИК-спектрометрии. [12]. Для этого пробу сточной воды подкисляли и добавляли хлорид натрия. После чего проводили экстракцию четырёххлористым углеродом. Экстракт высушивали, оптическую плотность измеряли при волновом числе 2926 см^{-1} . Концентрации нефтепродуктов в воде отстойника приведены в таблице 14.

Таблица 14

Место отбора пробы	ПДК, мг/л	1	2	3	4
Концентрация, мг/л	0,3	0,51	0,35	0,41	0,57

Выводы

Проведенные исследования позволили получить полную картину химического и биологического загрязнения полигона твердых бытовых отходов.

Список использованных источников:

1. МУК 4.2.964-00. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-паразитологическое исследование воды хозяйственного и питьевого использования. Методические указания. Введен 01.05.2000. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2000. 11 с.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. Введен: 01.07.01. - М.: Стандартиформ, 2008.
3. МУК 4.2.796-99 Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-паразитологических исследований. Методические указания. Введен: 22.03.00. - М.: Стандартиформ, 2000. 69 с.
4. МУК 4.2.1018-01. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. Методические указания. Введен: 01.07.01. - М.: Стандартиформ, 2001. 24 с.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.138-98 - Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций калия, лития, натрия и стронция в пробах питьевых, природных и сточных вод методом ААС с пламенной атомизацией. Введен: 21.03.97. - М.: Стандартиформ, 2004. 22 с.
6. ПНД Ф 14.1:2.95-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации кальция в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. Введен: 21.03.97. - М.: Стандартиформ, 2004. 19 с.
7. ПНД Ф 14.1:2:4.166-2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации алюминия в пробах природных, очищенных сточных и питьевых вод фотометрическим методом с алюминоном. Введен: 12.02.00. - М.: Стандартиформ, 2004. 18 с.
8. ПНД Ф 14.1:2:4.139-98. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций бериллия, ванадия, висмута, кадмия, кобальта, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, хрома в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Введен: 25.06.98. - М.: 2004. 24 с.
9. РД 52.24.479-2008. Руководящий документ. Массовая концентрация ртути в водах. Методика выполнения измерений методом атомной абсорбции в холодном паре. Введен: 1.11.08. Ростов-на-Дону, 2008. 18 с.
10. ПНД Ф 14.1:2.108-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций сульфатов в пробах природных и очищенных сточных вод титрованием солью свинца в присутствии дитизона. Введен: 21.03.97. - М.: Стандартиформ, 2004. 18 с.
11. ПНД Ф 14.1:2.111-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации хлорид-ионов в пробах природных и очищенных сточных вод меркуриметрическим методом. Введен: 21.03.97. - М.: 2004. 17 с.
12. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 1984. - 484 с.
13. МУК 4.1.647-96. Методы контроля. Химические факторы. Методические указания по газохроматографическому определению фенола в воде. Введен: 31.10.96. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 11 с.
14. РД 52.24.421-2007. Химическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений титриметрическим методом. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Введен 01.04.07. Ростов-на-Дону, 2007. 13 с.

Bibliography:

1. MUK 4.2.964-00. Methods of control. Biological and microbiological factors. Sanitary and parasitological study household and drinking water use. Guidance. Entered 05.01.2000. Moscow: Interstate standard: IEC Public standards, 2000. 11.
2. GOST R 51592-2000. Water. General requirements for sampling. Enter: 07.01.01. - Moscow: Standartinform, 2008.
3. MUK 4.2.796-99. Control methods. Biological and microbiological factors. Methods sanitary

- parasitological research. Guidance. Enter: 22/03/00. - Moscow: Standartinform, 2000. 69 p.
4. MUK 4.2.1018-01. Methods of control. Biological and microbiological factors. Sanitary and microbiological analysis of drinking water. Guidance. Enter: 07.01.01. - Moscow: Standartinform, 2001. 24 p.
 5. PND F 14.1:2:4.138-98. Quantitative chemical analysis of the water. The method of measurement of mass concentration of potassium, lithium, sodium and strontium in samples of drinking, natural and waste water by AAS with flame atomization. Enter: 03.21.97. - Moscow: Standartinform, 2004. 22 p.
 6. PND F 14.1:2.95-97. Quantitative chemical analysis of water. The method of measurement of the mass concentration of calcium in samples of natural and effluent titrimetric method. Enter: 03.21.97. - Moscow: Standartinform, 2004. 19 p.
 7. PND F 1.14.2.4.166-2000. Quantitative chemical analysis of water. The method for measuring the mass concentration of aluminum in samples of natural, treated sewage and drinking water photometric method with aluminon. Enter: 02.12.00. - Moscow: Standartinform, 2004. 18 p.
 8. PND F 14.1:2:4.139-98. Quantitative chemical analysis of water. The method of measurement of mass concentrations of beryllium, vanadium, bismuth, cadmium, cobalt, copper, molybdenum, arsenic, nickel, tin, lead, selenium, silver, antimony, chromium in drinking, natural and waste waters by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization. Enter: 06.05.98. - M.: 2004. 24 p.
 9. RD 52.24.479-2008. Guidance Document. The mass concentration of mercury in water. The method of measurement by atomic absorption cold vapor. Enter: 11.01.08. Rostov-on-Don, 2008. 18 p.
 10. PND F 14.1:2.108-97. Quantitative chemical analysis of water. The method of measurement of mass concentrations of sulfate in samples of natural and effluent salt titration of lead in the presence of dithizone. Enter: 03.21.97. - Moscow: Standartinform, 2004. 18 p.
 11. PND F 14.1:2.111-97. Quantitative chemical analysis of water. The method for measuring the mass concentration of chloride ions in samples of natural and effluent mercurimetric method. Enter: 03.21.97. - M.: 2004. 17 p.
 12. Lurie Y.Y. Analytical chemistry of industrial waste water / Y.Y. Lurie. - M.: Chemistry, 1984. - 484 p.
 13. MUK 4.1.647-96. Methods of control. Chemical factors. Guidance on the gas chromatography determination of phenol in water. Enter: 31.10.96. - M.: Information and Publishing Center of Ministry of Health of Russia, 1997. 11 p.
 14. RD 52.24.421-2007. Chemical oxygen demand in the water. The method of measurement titrimetric method. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet). Introduced 01.04.07. Rostov-on-Don, 2007.

Рецензент: В.П. Гранкин
д-р физ.-мат. наук, проф. ГВУЗ «ЛГТУ»

Статья поступила 14.11.2012