

Автор:

Дьяконова Милана Ризиевна

ученица 8 класса

МКОУ «СОШ №15» м.о. «Мирнинский район»

Республика Саха (Якутия)

п. Светлый, Республика Саха (Якутия)

Научный руководитель:

Дьяконова Варвара Николаевна

заместитель директора по заочному отделению

ГБПОУ Республики Саха (Якутия)

«Светлинский индустриальный техникум»

п. Светлый, Республика Саха (Якутия)

ВЫБОР НОВОЙ МАРКИ РЕАГЕНТА ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ ДЛЯ ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОГО НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

Аннотация: целью представленного в статье проекта является исследование и выбор новой марки реагента для улучшения качества горячей воды потребителям поселка Светлый. Для достижения поставленной цели была проведена следующая работа: проведены анализы природной, горячей и холодной питьевой воды в домашних и лабораторных условиях, изучена технологическая схема очистки питьевой воды на Водоочистной станции поселка Светлый, подробно изучена система коагулирования и флокуляции воды с применением реагентов, рассмотрены аналоговые реагенты для обработки воды и применения их в системе коагулирования воды, проведена работа по выяснению причин некачественной горячей воды, поставляемой населению поселка Светлый. По полученным результатам лабораторных исследований была выбрана лучшая марка реагента, которая будет препятствовать ухудшению качества горячего водоснабжения. Для улучшения качества горячего водоснабжения был

предложен новый реагент, который следует применять для обработки магистральных сетей п. Светлый.

Ключевые слова: *новая марка, реагент, качество горячей воды, анализ, показатель кислотности, РН-тестирование, ионы железа, качественные реакции, коагулирование, флокулирование, флокулянт, коагулянт, доза реагента, концентрация, хлорид алюминия, Флопам, Праестол, Аква-Аурат, водоочистная станция, газовая котельная.*

Введение

Вода – одно из самых распространенных веществ на нашей планете: она имеет огромное значение в эволюции как живой, так и неживой природы. На земле происходит непрерывный круговорот. Вследствие постоянного контакта с окружающей средой вода всегда содержит какие-либо вещества и практически никогда не бывает химически чистой.

Вода, или оксид водорода H_2O , имеет молекулярную массу 18,016 а.е. На водород приходится 11,19% массы, на кислород – 88,81%.

Даже дистиллированная вода, помимо соединения водород – кислород, содержит примеси. Что уж говорить о водопроводной, а тем более о грунтовой воде.

Источником водоснабжения поселка Светлый служит река Виллой, которая является системой проточного водоема с постоянно обновляющимся составом воды за счет поступления дождевых вод, таяния снега, попадания промышленных стоков и отработанных вод коммунального и сельского хозяйств.

Согласно установленных норм СанПиНа качество горячей воды у потребителей должно отвечать требованиям санитарно-эпидемиологических правил и норм, предъявляемым к питьевой воде.

Побывав на водоочистной станции посёлка Светлый я узнала, что анализы холодной воды показывают, что холодная вода, которая выходит с водоочистной станции полностью соответствует всем нормам. Тогда почему из крана горячей воды у потребителей посёлка Светлый бежит вода такого качества?

Я решила разобраться в этом вопросе. Так родился мой проект.

Актуальность

Я думаю, что тема моего проекта очень важная и актуальная. Ведь если горячая вода имеет такой внешний вид и характерный запах, значит она может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье человека.

На сегодняшний день водоочистная станция п. Светлый проводит обработку природной воды и поставляет ее на газовую котельную надлежащего качества, а вот с газовой котельной подогретая вода выходит уже с показателями несоответствующими установленным нормам. После прохождения воды по магистральным водопроводам поселка Светлый вода еще больше ухудшает свои показатели. Поэтому потребители п. Светлый получают горячую воду плохого качества.

Цель проекта – исследование и выбор новой марки реагента по улучшению качества горячей воды для потребителей поселка Светлый.

Для достижения поставленной цели были сформированы и реализованы *следующие задачи*:

1. Изучить проблему вопроса.
2. Разработать план исследований.
3. Провести необходимые лабораторные исследования с горячей воды поступающей на потребление жителям поселка Светлый.
4. Построить зависимость качества горячей воды по определенным параметрам из разных точек отбора с действующим реагентом и предложенным препаратом.

Тип проекта: научно-исследовательский, предметный, индивидуальный.

Выдвинутая гипотеза. Можно выбрать реагент такой марки, который будет препятствовать образованию в горячей воде количества железа и улучшит показатель цветности.

Основные методы исследования:

1. Поиск и сбор информации по теме.
2. Проведение лабораторных исследований.

3. Систематизация.

4. Обобщение.

Ожидаемые результаты:

1. Выбор новой марки реагента для улучшения качества горячей воды.

2. Формирование рекомендаций по приобретению и применению нового реагента при обработке холодной питьевой воды и горячей воды для снабжения жителей поселка Светлый.

Сроки реализации проекта: сентябрь 2017 года- ноябрь 2017 года.

Механизм реализации проекта

Реализация проекта предполагает наличие трех последовательных этапов, на каждом из которых решаются свойственные только ему задачи и осуществляются подготовительные мероприятия для последовательных действий.

I этап – подготовительный

Сроки: сентябрь 2017 года

Изучение литературы по данной теме, сбор общей информации, встреча с консультантами из лаборатории водоочистой станции.

II этап – практический

Сроки: сентябрь-октябрь 2017 года.

Приобретение необходимых реагентов для проведения опытов в домашних условиях. Подготовка и проведение исследований в лабораторных и домашних условиях.

III этап – заключительный

Сроки: ноябрь 2017 года.

Оформление проделанной работы. Построение графика зависимости определяемых показателей качества воды и диаграмм показателей качества воды из разных точек отбора. Обобщение полученных результатов в виде таблиц. Формулирование заключений по результатам исследований (выводы).

Глава I

Проведение анализа горячей воды в домашних условиях.

Дома я провела быстрый анализ горячей и холодной воды на основании внешних показателей без использования приборов и химических тестеров, по следующим показателям:



Рис. 1. Горячая вода, подаваемая потребителям

Таблица 1

Внешние показатели воды

Внешние показатели	Холодная питьевая вода	Горячая вода
Запах	Чистая, не имеет запаха	Имеет характерный запах и цветность, что свидетельствует о наличии продуктов жизнедеятельности органических организмов
Цвет жидкости	Абсолютно прозрачная	Имеет рыжеватый оттенок, который виден невооруженным глазом, даже без воздействия солнечных лучей
Жесткость воды	Не имеют осадка, хорошо мылятся моющими средствами	

Для проведения анализов питьевой воды я использовала тест – системы, так называемые «домашние лаборатории».

1. Стандартный набор для определения водородного показателя кислотности (рН).

Лакмусовую полоску смочила водой и сравнила окраску с цветной шкалой на упаковке. Лакмусовая полоска цвет не поменяла.

Небольшое количество воды добавила в склянку с реактивом, взболтала. Тест-полоску смочила получившимся раствором и сравнила цвет с прилагаемой шкалой. Результат – 10. Норма рН по ГОСТу 6,5–9.



Рис. 2. Проведение pH- тестирования

Вывод: Показатели кислотности в горячей воде выше допустимых норм.

2. Набор, помогающий установить содержание железа в воде.

Ионы железа в растворе можно определить с помощью качественных реакций.



Рис. 3. Препараты для определения железа в воде

Проведем некоторые из них. Возьмем для опыта раствор хлорида железа (III).

Таблица 2

Результаты качественных реакций

Качественная реакция	ионы Fe (3+)	ионы Fe (2+)	Формула
реакция с щелочью	Бурый цвет	Серо-зеленый цвет	$FeCl_3 + 3 NaOH = Fe(OH)_3 \downarrow + 3 NaCl$
реакция с желтой кровяной солью	Синий осадок		$3 K_4[Fe(CN)_6] + 4 FeCl_3 = KFe[Fe(CN)_6] \downarrow + 12 KCl$
реакция с роданидом калия	Красный цвет		$FeCl_3 + 3 KCNS = Fe(CNS)_3 + 3 KCl$

Вывод. В горячей воде присутствуют соединения ионов трех – и двух – валентного железа.

Чтобы разобраться в данной проблеме, провести нужные анализы и выводы я обратилась к специалистам.

1.2. Теоретические основы обработки воды.

Для улучшения показателей качества (мутность, цветность, избыток железа, бактериальное загрязнение и другие) питьевой воды для ускорения процесса осаждения, фильтрования и повышения эффективности осветления и обесцвечивания воды прибегают к коагулированию, хлорированию и флокулированию.

Коагулирование – это процесс укрупнения коллоидных и взвешенных частиц вследствие их слипания под действием силы молекулярного притяжения. Укрупненные агрегаты слипшихся частиц отделяются от жидкой фазы осаждением.

Хлорирование – способ дезинфекции (обеззараживание) и окисления (хлором или озоном) воды.

Флокуляция – образование рыхлых хлопьевидных агрегатов (флоккул) из мелких частиц дисперсной фазы, находящихся во взвешенном состоянии в жидкой или газовой среде. Флокуляция – разновидность коагуляции. В жидких дисперсных системах флокуляция вызывается специальными добавками – флокулянтами и реагентами, а также тепловыми, механическими и прочими внешними воздействиями. В присутствии флокулянтов происходит сцепление частиц дисперсной фазы и возникновение пространственных дисперсных структур.

При добавлении коагулянта нарушается агрегатная устойчивость системы, снижается заряд частиц до нуля или малых значений.

Глава II

2.1. Выбор дозы реагента

Для проведения коагуляции необходимо выбрать дозу реагента, который будет удовлетворять качественной обработке воды.

Объем приливаемого коагулянта высчитывается по формуле:

$$V = \frac{D}{20 C}$$

где: D – задаваемая доза коагулянта, мг/дм³;

C(%) – концентрация коагулянта в % по Al₂O₃, применяем C = 0,46%;

10 – переводная единица;

1 – делим на 2, т.к. исходной воды берем 0,5 литров.

Объем приливаемого флокулянта высчитывается по формуле

$$V = \frac{D \cdot 1000}{2 C}$$

где: D – задаваемая доза флокулянта, мг/дм³;

C(мг/дм²) – концентрация флокулянта в мг/дм³, применяем C = 690 мг/дм³;

1000 – переводной коэффициент.

Используем: коагулянт «Аква-Аурат», флокулянт «Праестол 2500».

Таблица 3

Расчет дозы реагентов

Доза коагулянта, мг/л (V/мл),	Количество опытов					исходная
	13,0 (1,41)	14,0 (1,52)	15,0 (1,63)	16,0 (1,74)	17,0 (1,85)	
через 10 минут вводится доза флокулянта, мг/л (V/мл),	0,6 (0,43)	0,6 (0,43)	0,6 (0,43)	0,6 (0,43)	0,6 (0,43)	
через 15 минут фильтруем, характер хлопьев	Мелкие в сплошном объеме		Средние с небольшим просветом			
Цветность	15	14	12	11	10	191
AL ³⁺ , (мг/дм ³)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	<0,04
РН, ед.	6,8	6,65	6,53	6,47	6,35	6,78

Вывод. Из проведенных расчетов доз реагента выбираем дозы со значениями 15,0–17,0, так как при этих значениях идет более активная коагуляция. При значении 17,0 показатели цветности, содержания алюминия и кислотности намного меньше, поэтому выбираем для коагуляции дозу 17,0.

2.2. Проведение лабораторных исследований. Исследование 1.

В качестве реагента был протестирован ГХА – гидролизированный хлорид алюминия порошкообразный с содержанием основного вещества (Al₂O₃) – 42%.

В ходе лабораторных опытов мы определили оптимальные диапазоны дозировок для коагулянта. На указанных дозах по регулированию реагентов производилась коагуляция воды и я с лаборантом – консультантом провела анализы на

цветность, мутность, окисляемость и pH очищенной воды. После коагулянта в воду вводился флокулянт Флопам FA 905 с расходом 0,2 мг/л.

Таблица 4

Показатели очищенной воды.

Показатель очищенной воды/реагент	Нормативы	Значения		
Доза реагента, мг/л		17,5	22	35
Мутность, мг/л	до 1,5	4,42	6,53	2,69
Алюминий, мг/л	0,5	0,14	0,12	0,08
Окисляемость мгО ₂ /л	до 5,0	11,0	6,6	5,3
Цветность, в °ПКШ	до 20	28	25	14
pH, ед.	6,0–9,0	7,82	7,73	7,69

Вывод. Показатели качества питьевой воды не достаточно хороши (не все показатели соответствуют нормам), требуется достаточно большой расход реагента.

2.3. Проведение лабораторных исследований. Исследование 2.

В качестве реагента был протестирован коагулянт PAX XL100- гидролизированный хлорид алюминия жидкий с содержанием основного вещества (AL₂O₃) – 18%, фирмы Кемира (Финляндия). С целью снижения расхода коагулянта был также испытан флокулянт Праестол – Praestol 2515, анионактивный полиакриламидный порошковый флокулянт, при удалении ионов железа всегда используемый совместно с коагулянтом. Флокулянт Праестол Praestol 2515 TR был также испытан для осветления промывной воды – ее очистки от гидроокиси алюминия.

Таблица 5

Результаты лабораторных опытов

Показатель очищенной воды	Нормативы	Значения		
		Исходная вода	Обрабатываемая вода	Обрабатываемая вода с флокулянтом
Мутность, мг/л	до 1,5	3,16	1,7	4,5
Алюминий, мг/л	0,5	< 0,04	< 0,02	0,65
Железо, мг/л	0,3	0,59	0,41	> 3,89

Вывод: Испытываемый коагулянт не привел к снижению расхода (в пересчете на AL₂O₃). Использование флокулянта Праестол в незначительных дозах

позволяет осветлить промывную воду с получением легко фильтруемого осадка. Показатели качества воды не соответствуют нормативным данным.

2.4. Проведение лабораторных исследований. Исследование 3.

В качестве коагулянтов рассмотрим несколько видов «Аква-Аурат» и сравним их химические показатели

Таблица 6

Химические показатели коагулянтов «Аква-Аурат»

Наименование показателей	Значения			
	Аква-Аурат 10	Аква-Аурат 14	Аква-Аурат 18	Аква-Аурат 30
Массовая доля оксида алюминия, %	10,0 ± 0,6	13,6 ± 0,5	17,0 ± 0,5	30,0 ± 3,0
Массовая доля хлора, %	13,0 ± 2,0	22,0 ± 2,0	21,0 ± 2,0	35,0 ± 5,0
Плотность (при 25 ⁰ С), г/см ³	1,24 ± 0,02	1,33 ± 0,03	1,36 ± 0,02	1.37 ± 0,02
рН, ед.	2,5 ± 0,5	0,7 ± 0,3	1,0 ± 0,5	2,5 ± 0,5
Массовая доля железа, %	не более 0,01	не более 0,01	не более 0,01	не более 0,04
Массовая доля свинца, %	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,005
Массовая доля кадмия, %	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,005
Массовая доля мышьяка, %	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,001	не более 0,004
Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %	не более 0,002	не более 0,003	не более 0,004	не более 0,004

В качестве коагулянта выберем «Аква – Аурат 30» (полиоксиалюминий хлорид), кристаллический порошок желтого цвета. Химическая формула – $Al(OH)_{1,3}Cl_{1,7}H_2O$. Он более активный, эффективен в обработке и очистке воды из нашего источника (река Вилюй) Подходит по допустимым нормам. АТ авторский патент.

В качестве флокулянта применяем «Праестол 2500». Внешне «Праестол» представляет собой белые гранулы. Это синтетический полимер на основе полиакриламида.

Действие Праестола и подобных ему веществ происходит в два этапа:

1. Уменьшается притяжение частиц на поверхности, в итоге она начинает активно объединяться с другими частицами;

2. Частицы объединяются в крупные образования (флоккулы), которые гораздо легче удаляются с помощью фильтров.

После определения необходимой дозы реагентов и применения его для обработки воды на водоочистной установке приступаем к проведению лабораторных анализов. Для этого произвели отбор проб: сырая вода (исходная вода из реки Вилюй), очищенная питьевая вода после обработки, горячая вода на выходе с газовой котельной на поселок и вода в конечном пункте поселка (больница).

Таблица 7

Лабораторные анализы

Определяемые показатели	Норматив питьевой воды, согласно СанПиН	Исходная вода (природная, р. Вилюй)	Очищенная питьевая вода (ВОС)		Горячая вода			
					Газовая (на поселок)		Конечная точка поселка (больница)	
			до	после	до	после	до	после
Температура, (°C)		1	2	2	65	65	50	50
Цветность, (градус)	до 20	199	24	23	129	118	145	136
Запах, (баллы)	до 2	3	2	2	3	3	3	3
Мутность, (мг/дм ³)	до 1,5	3,16	0,64	0,44	2,91	2,44	2,83	2,35
Окисляемость перманганатная (мг O ₂ /дм ³)	до 5,0 природная вода – до 20	8,4	2,38	2,38	2,56	2,40	4,7	4,6
Сухой остаток, мг/дм ³	до 1000	98,8	102,4	100,4	107,7	105,6	104,3	102,0
Жесткость общая, (мг/дм ³)	до 7,0	0,66	0,64	0,64	0,67	0,66	0,69	0,65
Железо общее, (мг/дм ³)	0,3	0,59	0,25	0,20	1,49	1,31	1,63	1,48
Алюминий остаточный, (мг/дм ³)	0,5	<0,04	0,16	0,16	0,15	0,15	0,17	0,17

	природная вода - 0,2							
Водородный показатель pH, (единица)	6,0–9,0 природная вода - 6,5–8,5	6,78	6,22	6,21	6,30	6,26	6,28	6,24

Вывод: Данные реагенты полностью соответствуют нормативным данным для обработки природной воды на водоочистной станции п.Светлый.

Графики зависимости определяемых параметров «до» и «после» приведены в Приложении 1.

2.5. Применение нового реагента.

Водоочистная станция после обработки отправляет питьевую воду на газовую котельную, для дальнейшего подогрева на нужды отопления и горячую воду. Как показывают лабораторные анализы на выходе:

– из газовой котельной питьевая вода, нагреваясь меняет свои показатели цветности – в 5,1 раз, железо – в 6,55 раз больше, чем на ВОС.

– в конечном пункте водоразбора (больница) меняет цветность - в 5,9 раз, а железо – в 7,4 раза больше, чем на ВОС.

Данные показатели говорят о том, что причина плохого качества горячей воды в отсутствии или плохом техническом обеспечении оборудования водоподготовки на газовой котельной поселка Светлый и неудовлетворительной работы магистральных систем водоснабжения.

Подача воды в квартиры через центральную систему водоснабжения осуществляется через специальные магистрали (внутридомовые системы), которые в подавляющем большинстве уже давно отработали свой срок и находятся в плачевном состоянии. Металлические трубы ржавеют, что способствует появлению различных примесей, протечек и благоприятствует размножению болезнетворных грибков.

Очистка водопроводных труб от ржавчины позволит удалить с их внутренних поверхностей все вредные отложения, образовавшихся вследствие использования некачественной воды. Сегодня в России загрязненные и ржавые

водопроводные, канализационные и отопительные трубы являются проблемой всего государства. Эффективной мерой, которая может решить ситуацию с вопросом потребления населением некачественной воды, может стать профилактическая очистка и промывка установленных водопроводных труб от ржавчины, накипи и известковых отложений. После очистки существенно увеличивается пропускная способность трубы.

Для очистки поверхностей систем горячего водоснабжения и теплообменного оборудования от железистых отложений я предлагаю к применению на газовой котельной реагент *HydroChem HT 120*, который хорошо зарекомендовал себя на практике в других организациях. Имеет очень положительные отклики.

Продукт представляет собой водный раствор органических и неорганических кислот (в том числе ортофосфорной). Используется в разбавленном виде (в 7–10 раз), водный раствор подают в магистральные сети.

HydroChem 120 быстро растворяет железистые отложения, хорошо смешивается с холодной и горячей водой. Вещество можно использовать на холоде. Повышение его температуры до 50–70 °С значительно сокращает время очистки. Благодаря циркуляции раствора улучшаются качество и скорость мытья. После использования продукта рекомендуется промыть систему водой.

Опыт. Для своего проекта я заказала три литра реагента и провела очистку кусочков труб. В емкость с водой (5л) при температуре 40 °С добавила разбавленный реагент 1:10 и опустила туда металлические детали на два часа.



Рис. 4

Детали до очистки Момент погружения Детали после проведения очистки

На основании проведенных опытов можно сделать *вывод*, что реагент HydroChem HT 120 полностью очищает поверхности труб от ржавчины.

Температура замерзания реагента составляет не более -7°C . После оттаивания и перемешивания замерзший препарат восстанавливает потребительские свойства.

Если проводить систематические очистки теплотехнического оборудования котельной и магистральных сетей поселка с параллельным добавлением в воду подщелачивающих препаратов (кальцинированную соду Na_2CO_3 и др.) можно добиться улучшения качества горячего водоснабжения до необходимых норм.

Стоимость этого реагента у поставщиков составляет около 200 руб. за 1 л.

Заключение

В результате проделанной работы цель, поставленная вначале моего исследования, достигнута.

В домашних и лабораторных условиях мной были проведены исследования по качеству питьевой холодной и горячей воды поселка Светлый из различных источников.

В процессе выполнения данной работы мной была изучена литература по соответствующей теме, в которой я познакомилась с методиками определения качества воды. Были выбраны источники питьевой воды для взятия пробы, затем проведен анализ по органолептическим и химическим показателям, проведены лабораторные исследования и сделан вывод о качестве питьевой холодной и горячей воды.

По данным лабораторных исследований был сделан вывод, что причина плохого качества горячей воды в отсутствии или плохом техническом обеспечении оборудования водоподготовки на газовой котельной поселка Светлый и неудовлетворительной работы магистральных систем водоснабжения.

Необходимо проводить дополнительную обработку горячей воды на газовой котельной п. Светлый, используя новые реагенты.

В результате проделанной работы все поставленные задачи реализованы.

Итогом моего проекта стало достижение ожидаемых результатов и формулирования рекомендаций по итогам исследования:

1. Применение коагулянта «Аква-Аурат 30» на водоочистой станции п. Светлый.

2. Применение флокулянта «Праестол 2500».

3. Для очистки магистральных сетей поселка и теплообменного оборудования на газовой котельной п. Светлый использовать реагент HydroChem НТ 120.

Я надеюсь, что мой проект будет иметь значимый практический результат и окажется полезным.

В дальнейшем я планирую продолжить данную работу и провести исследование на влияние качества воды на здоровье человека.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.559–96. Питьевая вода.

2. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.

3. Гурвич Я.А. Справочник молодого аппаратчика-химика. – М.: Химия, 1991. – 256 с.

4. Карюхина Т.А. Химия воды и микробиология / Т.А. Карюхина, И.Н. Чурбанова. – 3-изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1995. – 208 с.

5. Десятов А.В. Опыт использования мембранных технологий для очистки и опреснения воды / А.В. Десятов [и др.]; под редакцией А.С. Кортеева. – М.: Химия, 2008. – 208 с.

6. Сонов М.А. Водоснабжение: Учебник / М.А. Сонов, Л.А. Квитка. – М.: Инфо-М, 2014. – 287 с.

7. Рудзитис Г.Е. Химия. 9 класс: Учебник / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2016. – 208 с.

8. Рудзитис Г.Е. Химия. 8 класс: Учебник / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2016. – 207 с.

9. Рудзитис Г.Е. Химия. 11 класс: базовый уровень: Учебник / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – М.: Просвещение, 2014. – 224 с.

10. Рудзитис Г.Е. Химия. 10 класс: базовый уровень: Учебник / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – М.: Просвещение, 2014. – 224 с.

11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<http://www.akvilon.biz/himiya/produkcija/reagenty/reagent-hydrochem-nt-120.html>
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anchem.ru/forum>