

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАДАЧИ ГИДРОМЕХАНИКИ

Сборник научных трудов

Калининград
Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ»
2015

УДК 532:626

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

доктор технических наук, профессор, директор
Института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта
С. И. Корягин

доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой теории
механизмов и машин и деталей машин
ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
С. В. Федоров

Водопользование и задачи гидромеханики: сборник научных трудов. –
Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015 г. – 99 с.
ISBN 978-5-94826-431-8

В сборнике представлены результаты исследований преподавателей, сотрудников и аспирантов кафедры водных ресурсов и водопользования ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», а также сотрудников других кафедр и лабораторий, работающих в различных научных направлениях гидромеханики и водопользования.

Сборник включает в себя статьи с теоретическими и экспериментальными решениями широкого спектра задач, связанных с водопользованием: гидромеханики, мелиорации, инженерной гидрологии, гидротехники, в том числе проектирование сооружений берегозащиты и процессов разрушения гидротехнических и строительных объектов.

Сборник рассчитан на широкий круг научных, научно-технических работников, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Рис. 54, табл. 15, список лит. – 87 наименований

Редакционная коллегия:

В. А. Наумов (отв. редактор), Н. Р. Ахмедова (отв. секретарь),
Н. Л. Великанов, В. Г. Пунтусов

ISBN 978-5-94826-431-8

УДК 532:626

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Калининградский государственный тех-
нический университет», 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Ахмедова Н.Р., Азаров Н.Л. Исследование геоэкологической обстановки ручья Паркового	5
Ахмедова Н.Р., Великанов Н.Л. К вопросу об обращении отходов на территории Калининградской области	9
Ахмедов И.М., Наумов В.А. Зависимость разрывного усилия синтетических канатов от их диаметра	15
Великанов Н.Л., Вербовская А.А. Берегозащитные сооружения морских пляжей Калининградской области	21
Великанов Н.Л. Водопроницаемость торфяных почв	27
Карпов Г.Н., Скрипка А.Н., Блохина М.А. Концентрация напряжений при наличии пор	32
Карпов Г.Н., Скрипка А.Н. О Распределении напряжений около эллипти- ческих отверстий	39
Колосовский А.М. Оценка гидроэнергетического потенциала Калининградской области	44
Комаровский Д.П., Ющенко В.Д., Монак Т.М., Орехво О.Н. К вопросу коагуляционной обработки воды реки Западная Двина	51
Мартынова И.Б., Наумов В.А., Нелюбина Е.А. К расчету условий равнове- сия водолазного колокола	57
Наумов В.А., Ахмедов И.М. Коэффициенты гидродинамического сопротивления цилиндрического стержня	63
Наумов В.А., Проскурнин Е.Д. Формирование заданий на проектирование системы водоснабжения сельского поселения	69
Пунтусов В.Г. Декларирование безопасности водозащитных дамб Калининградской области	74
Пунтусов В.Г. Особенности мелиоративных систем Калининградской области	81
Федоров С.В., Ковалев В.П. Мелиоративная система двустороннего действия, экспериментальный участок «Шиповский»	88

К ВОПРОСУ КОАГУЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА

Д. П. Комаровский, В. Д. Ющенко, Т. М. Моняк, О. Н. Орехво

УО «Полоцкий государственный университет»,
211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29, Беларусь

анализ состава воды, мутность, цветность, щелочность, перманганатная окисляемость, коагулянты, коагуляция воды

Полоцкий промышленный узел является одним из крупных промышленных комплексов в Республике Беларусь. В его состав входят следующие предприятия: нефтеперерабатывающий завод «Нафтан», нефтехимический завод «Полимир», Новополоцкая ТЭЦ, завод «Стекловолокно» и др.

Водоисточником систем промышленного водоснабжения указанных предприятий служит р. Западная Двина. Для этого вода из реки проходит предварительную подготовку с целью осветления и обесцвечивания. Одним из этапов предварительной подготовки является коагуляционная обработка с дальнейшим осаждением взвеси в горизонтальных отстойниках, осветлителях со взвешенным осадком, а также на скорых песчаных фильтрах или контактных осветлителях. В качестве основного коагулянта используется сернокислый алюминий.

Согласно данным ежедневных лабораторных анализов лаборатории фильтровальной станции завода «Полимир» речная вода характеризуется по основным показателям как маломутная с высокими значениями концентраций по цветности и окисляемости. В табл. 1 представлены осредненные значения по многолетним наблюдениям за показателями качества воды (по сезонам года).

Таблица 1

Состав воды р. Западная Двина за многолетний период

Погодные условия	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Железо общее, мг/дм ³	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	Водородный показатель, рН	Щелочность, мг-экв/дм ³	Цветность, град
Весеннее половодье	9,7	1,36	18,7	7,4	1,9	144,0
Летне-осенняя межень	5,6	1,4	18,3	7,8	2,6	138,0
Зимняя межень	3,5	1,1	18,1	7,5	2,4	118,0

Анализ состава воды в реке, с точки зрения ее дальнейшей реагентной обработки, показал следующее.

Взвешенные вещества. Наибольшие концентрации взвешенных веществ (до 100 мг/л) приходятся на период половодья, что объясняется поступлением наносов с тальми водами с бассейна р. Западная Двина и эрозией донных отложений потоком воды в реке. Уменьшение расхода воды в реке в период летне-осенней межени приводит к снижению концентрации взвеси до 10 мг/л. Паводки в этот период, вызванные дождями, приносят в русло Западной Двины продукты водной эрозии.

В ноябре и декабре концентрация взвешенных веществ остается на уровне осенней межени и поддерживается за счет поступления в реку наносов с паводками, вызванными оттепелями, приводящими к таянию льда и снега на территории бассейна реки. В январе и феврале их концентрация минимальная, что объясняется уменьшением расхода воды в реке и питанием, в основном, за счёт грунтовых вод.

Окисляемость и цветность. В период весеннего половодья, когда расходы воды в р. Западная Двина наибольшие за год, значения окисляемости находятся в пределах $25\text{--}30 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а цветности – 150–200 град.

После окончания половодья, в период летне-осенней межени, окисляемость и цветность снижаются, и если отсутствуют дождевые паводки, то окисляемость и цветность принимают минимальные годовые значения – $4\text{--}6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ и 50–70 град соответственно.

Летние и осенние дождевые паводки приводят к резкому увеличению, как окисляемости, так и цветности. В этот период окисляемость и цветность принимают максимальные годовые значения – $40\text{--}50 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ и 200–250 град соответственно.

В зимнюю межень на значения окисляемости и цветности оказывают влияние зимние паводки, вызванные дождевыми осадками или таянием снега, которые чаще наблюдаются с ноября по конец января. В период этих паводков окисляемость и цветность принимают максимальные значения для зимней межени – $25\text{--}30 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ и 130–150 град соответственно. Минимальные значения окисляемости и цветности наблюдаются в конце марта-начале апреля, перед началом весеннего половодья, и составляют $11\text{--}14 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ и 75–100 град соответственно.

Водородный показатель (рН). Водородный показатель воды Западной Двины находится в пределах от 7,0 до 8,5, что даёт возможность отнести данную воду к группе слабощелочной [1]. Максимальные значения рН принимает в период летне-осенней межени, характеризующийся наименьшими расходами воды.

Щёлочность общая. Минимальная концентрация щёлочности за год, до $1 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$, наблюдается в период половодья за счет разбавления речной воды тальми водами, поступающими с водосборного бассейна р. Западная Двина.

В летне-осеннюю межень, когда расход воды в реке падает, щелочность увеличивается до 3–3,5 мг-экв/дм³ и принимает максимальные значения за год. Однако дожди, периодически выпадающие в этот период, снижают щелочность до 1,5–2 мг-экв/дм³.

В период зимней межени максимальные значения щелочности находятся в пределах 2,5–3 мг-экв/дм³. При зимних паводках, которые наблюдаются 2–3 раза за период, щелочность снижается до 1,5 мг-экв/дм³.

Железо общее. В поверхностных водах железо находится в виде органических комплексных соединений или в виде коллоидных и тонкодисперсных взвесей [2]. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы вымывания почв, сопровождающиеся их механическим разрушением. В связи с этим наибольшие концентрации железа наблюдаются в период летне-осенней межени за счёт выпадения дождевых осадков и составляет 1,4 мг/дм³. Минимальные значения железа общего наблюдаются в период зимней межени и составляют 1,1 мг/дм³.

В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуются сложные комплексы соединений железа [3].

Как показал анализ работы водоочистных сооружений промышленных предприятий, снижения цветности и окисляемости являются наиболее сложными задачами в процессах обработки воды и в очищенной воде часто не достигаются значения установленных нормативов по этим показателям.

В связи с этим, в лаборатории водоподготовки Полоцкого государственного университета проведены экспериментальные исследования по выбору оптимальной дозы [4] и рабочего диапазона двух типов коагулянтов: сернокислый алюминий (СА) 2-го сорта с массовой долей оксида алюминия 16 % и полиоксихлорид алюминия (ПОХА) АКВА-АУРАТ™10 с массовой долей оксида алюминия 10,4% и плотностью 1,26 г/см³.

Для исследования использовалась вода поверхностного источника – р. Западная Двина, отбор которой производился в зимний период на фильтровальной станции завода Полимир. Анализ воды по общим показателям производился по утвержденным стандартным методикам для природных и питьевых вод [5–6].

Для определения оптимальных доз реагентов исследуемую воду разливали в пять мерных цилиндров объемом 1000 мл. Смешение осуществляли в течение одной минуты, хлопьеобразование – в течение 15 мин, отстаивание – в течение 90 мин, фильтрование производили через фильтр «синяя лента». Дозы коагулянтов приняты в диапазоне 8–18 мг/дм³ (приготовленный раствор коагулянта содержит Al_2O_3 – 0,1 %). Температура воды составила 19⁰С.

Основными показателями определения эффективности коагуляции были мутность, цветность и перманганатная окисляемость. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Результаты пробной коагуляции воды р. Западная Двина

Доза, мг/дм ³ по Al ₂ O ₃	pH	Мутность, мг/дм ³	Цветность, град	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	Щелочность, мг-экв/дм ³
Исходная речная вода					
–	7–7,5	4,94	146,8	14,87	3,4
Сульфат алюминия 2-го сорта Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O (сухое вещество)					
8	6,96	2,28	93,47	13,34	2,8
10	6,85	1,76	39,47	12,92	2,8
13	6,85	1,07	34,8	12,78	2,6
15	6,85	1,04	21,47	12,64	2,6
18	6,82	1,04	20,13	10,69	2,2
АКВА-АУРАТ™10 Al ₂ (OH) ₅ Cl, (водный раствор)					
8	7,00	0,73	39,47	10,98	3,3
10	6,95	0,34	24,13	10,51	3,2
13	6,88	0,01	12,38	9,58	2,9
15	6,88	0,01	11,80	9,81	2,8
18	6,85	0,01	10,47	8,88	2,8

По полученным результатам испытаний построены графические зависимости мутности, цветности, перманганатной окисляемости и щелочности воды от вводимой дозы коагулянта по Al₂O₃ (рисунок).

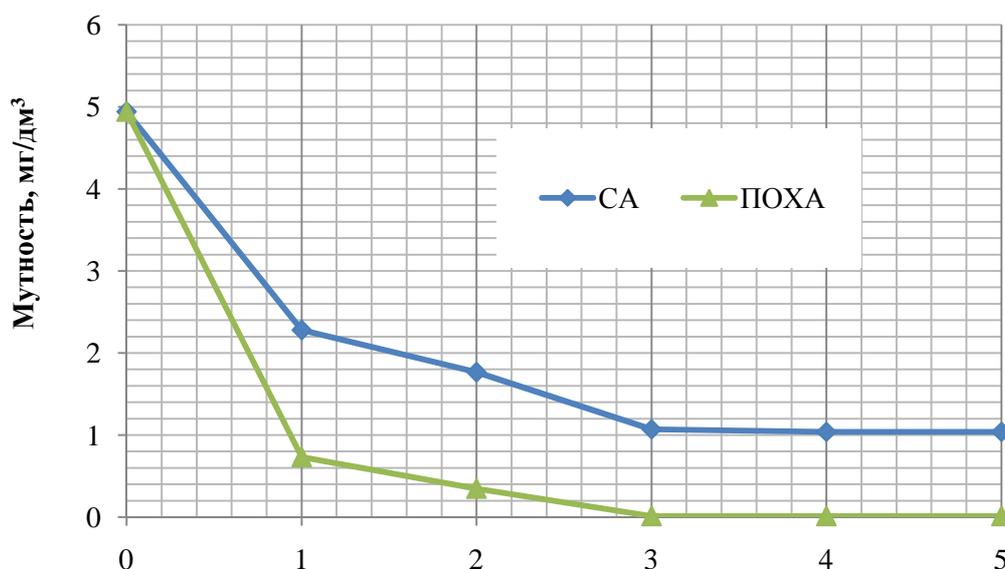


Рис. 1. Результаты пробного коагулирования в зависимости от дозы коагулянта

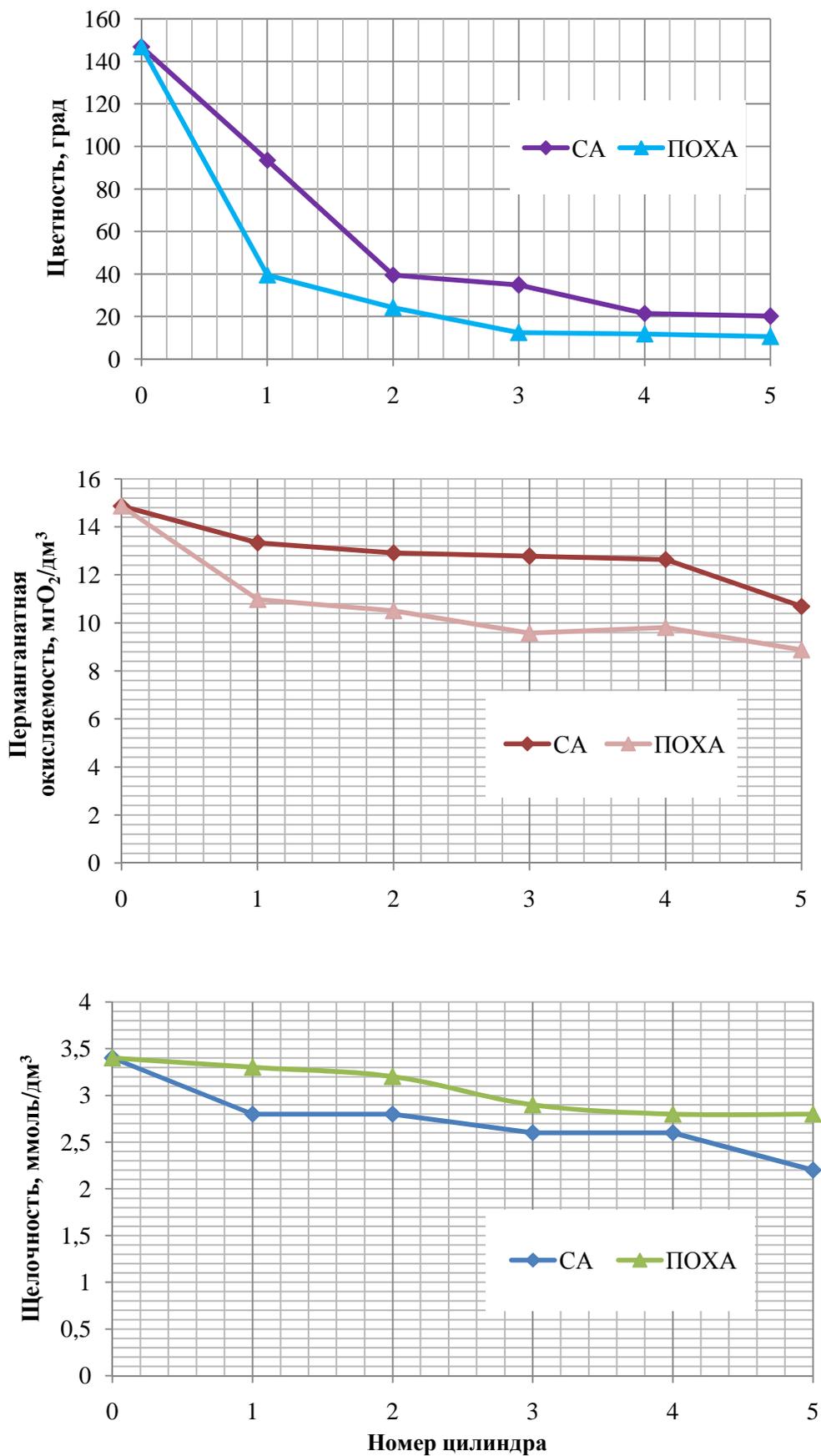


Рис. 1. Результаты пробного коагулирования в зависимости от дозы гоагулянта

Результаты проведенных испытаний двух коагулянтов при очистке воды р. Западная Двина показали следующее:

1. Наиболее эффективным по общим показателям качества очистки является коагулянт АКВА-АУРАТ™10. При расчетной дозе 15 мг/дм³ 0,1 %-ного раствора коагулянта мутность составляет – 0,01 мг/дм³, цветность – 11,8 град, а окисляемость – 9,81 мгО/дм³, что примерно в 1,5 раза лучше, чем при коагулировании воды СА.

2. Наблюдения показали, что при применении ПОХА образующиеся хлопья оседают в два раза быстрее, чем при использовании СА.

3. Оптимальная доза коагулянта СА по результатам пробного коагулирования составила 18 мг/дм³ по Al_2O_3 , а ПОХА – 13 мг/дм³, следовательно, 1 т ПОХА практически эквивалентна 3–4 т сульфата алюминия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беликов, С.Е. Водоподготовка: Справочник / С.Е. Беликов. – Москва: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

2. Кульский, Л.А. Основы физико-химических методов обработки воды / Л.А. Кульский – Москва: Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1962. – 221 с.

3. Никаноров, А.М. Гидрохимия: учебник / А.М. Никаноров. – 2-е изд. перераб. и доп.– Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.

4. ГОСТ Р 51642-2000. Коагулянты для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования и метод определения эффективности. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 11 сентября 2000 г. № 220-ст.

5. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 1 июля 1975 г. № 1309-ст.

6. ГОСТ Р 55684-2013. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 октября 2013 г. № 1320-ст.

ABOUT THE QUESTION OF COAGULATIVE WATER PROCESSING OF THE RIVER WESTERN DVINA

D.P. Komarouski, V.D. Yushchenko, T.M. Moniak, O.N. Orekhvo

In the article the main physical and chemical indicators of water quality in the river Western Dvina are considered and data of long-term change of their concentration within yearly seasons are studied. Results of laboratory researches in relation to choice of a coagulant and its optimum dose for the purpose of clarification and decolouration of water of the Western Dvina are given. Advantage of polyoxochloride of aluminum against aluminum sulfate is noted.