



**ТЕХНОЛОГІЇ  
ТА ОБЛАДНАННЯ**  
ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД



**ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
МЕХАНІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ**

- Механізовані решітки;
- Дробарки відходів;
- Гвинтові транспортери та віджимні преси;
- Щитові затвори;
- Тангенціальні та горизонтальні пісковловлювачі;
- Комплекси механічного очищення М-Комбі.



**ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ВІДСТІЙНИКІВ**

- Мулососи та мулошкреби для радіальних та прямокутних відстійників;
- Лотки для відстійників, водозливи, напівзаглибні дошки, центральні склянки, огорожі і помости.



**АЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ**



**КОМПЛЕКСИ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО  
ОЧИЩЕННЯ**

- Флотаційні установки;
- Автоматизовані станції приготування розчину флокулянту «SMART Mix».



**ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНОГО  
ЗНЕВОДНЕННЯ ОСАДУ**

- Фільтр-преси стрічкові та камерні;
- Шнекові та мультидискові дегідратори;
- Згущувачі осаду.

**ЕТЕВК-2019**

**ЗБІРКА ДОПОВІДЕЙ**

# ЕТЕВК-2019

## МІЖНАРОДНИЙ КОНГРЕС ТА ТЕХНІЧНА ВИСТАВКА



Україна  
м. Чорноморськ  
10-14 червня 2019 р.

**ЗБІРКА  
ДОПОВІДЕЙ**



а/с 7055, м. Харків, 61072, Україна  
+38 (057) 751 91 01

info@ekoton.com  
www.ua.ekoton.com

УДК 532.5:541.64

## О СНИЖЕНИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ РЕАГЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПГМГ-ГХ

*Нижник Т.Ю.<sup>1</sup>, Баранова А.И.<sup>2</sup>, Маглевая Т.В.<sup>3</sup>, Жартовский С.В.<sup>4</sup>, Стрикаленко Т.В.<sup>5</sup>*

1 НТУУ «Киевский политехнический институт им. И. Сикорского», г. Киев

2 Научно-технологический центр «Укрводбезпека», г. Киев

3 Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля НУГЗУ, г. Черкассы

4 Украинский научно-исследовательский институт гражданской защиты, г. Киев

5 Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*Рассмотрено обоснование гипотезы о возможности использования реагента «Акватон-10» в технологиях обработки питьевой воды как реагента, снижающего гидродинамическое сопротивление воды и эффективного биоцида.*

## ПРО ЗМЕНШЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНОГО СПРОТИВУ У ВОДОПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ РЕАГЕНТАМИ НА ОСНОВІ ПГМГ-ГХ

*Нижник Т.Ю.<sup>1</sup>, Баранова Г.І.<sup>2</sup>, Маглевана Т.В.<sup>3</sup>, Жартівський С.В.<sup>4</sup>, Стрикаленко Т.В.<sup>5</sup>*

1 НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ

2 Науково-технологічний центр «Укрводбезпека», м. Київ

3 Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ, м. Черкаси

4 Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, м. Київ

5 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*Розглянуто обґрунтування гіпотези щодо можливості використання реагенту «Акватон-10» в технологіях оброблення питної води як реагенту, що зменшує гідродинамічний спротив води та ефективного біоциду.*

## DECREASING HYDRODYNAMIC RESISTANCE IN THE WATER SUPPLY SYSTEM WHEN USING REACTANTS ON THE BASIS OF PHMG-HCL

*T. Nizhnik<sup>1</sup>, A. Baranova<sup>2</sup>, T. Maglovana<sup>3</sup>, S. Zhartovsky<sup>4</sup>, T. Strikalenko<sup>5</sup>*

1 NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

2 Science and Technology Center 'Ukrvodbezpeka', Kyiv

3 Cherkasy Institute of Fire Safety named after Heroes of Chernobyl, Cherkasy

4 The Ukrainian Civil Protection Research Institute, Kyiv

5 Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

*Proofs of the hypothesis about the possibility of use of Akvaton-10 reagent in technologies of drinking water treatment as the reagent for decreasing the hydrodynamic resistance of water and an effective biocide is considered in this article.*

Одним из серьезных факторов, значительно ухудшающих условия транспортирования питьевой воды, являются коррозия и биообрастания трубопроводов питьевого водоснабжения [1], которые приводят к сокращению внутреннего сечения труб и повышению гидродинамического сопротивления, к существенному росту энергетических затрат на транспортирование воды по трубопроводам при подаче воды потребителям [2]. То есть, решение задачи снижения гидродинамического сопротивления воды имеет большое значение для увеличения пропускной способности трубопроводов.

В свою очередь, актуальность задачи энергосбережения для компаний, обеспечивающих обработку и транспортировку воды, не вызывает сомнений, так как значительную часть стоимости питьевой воды составляют затраты на электроэнергию, что обусловлено, в том числе, высоким гидродинамическим сопротивлением воды в трубопроводах.

Для решения аналогичной проблемы трубопроводного транспорта, обеспечивающего перекачивание нефти и нефтепродуктов, достаточно давно используют реагенты, позволяющие реализовать явление, открытое более полувека тому назад английским химиком Томсом (эффект Томса) [3, 4]. Суть явления заключается в снижении трения между турбулентным потоком и трубопроводом при введении в поток перекачиваемой жидкости небольших количеств полимерных добавок, которые способны снижать гидродинамическое сопротивление потока перекачиваемой жидкости. Практическое применение эффекта Томса при транспортировке воды по магистральным и локальным трубопроводам позволило бы значительно увеличить их производительность, снизить энергопотребление и рабочее давление в трубах, повысить безопасность эксплуатации трубопроводов. Однако, наиболее часто используемые в обработке воды водорастворимые гидродинамически активные линейные полимеры – полиоксиэтилен (ПОЭ) и полиакриламид (ПАА) [5] поддаются деструкции при сдвиговых усилиях в трубе и при хранении, в результате чего эффект Томса исчезает [6, 7].

До настоящего времени нет единой теории, объясняющей эффект Томса. Так, авторы [8, 9] уделяют значительное внимание молекулярным аспектам снижения гидродинамического сопротивления и считают, что величина достигаемого гидродинамического эффекта в значительной степени определяется состоянием макромолекулярного клубка полимера и его размерами, которые являются следствием конформации макромолекулярной цепи, зависящей от состава растворителя (воды) и внешних условий.

Анализ источников литературы и ряда материалов собственных исследований по данному вопросу позволили сформулировать рабочую гипотезу о возможности использования для снижения гидродинамического сопротивления в водопроводной сети полимерного биоцидного реагента «Акватон-10». Реагент прошел санитарно-гигиеническую и токсикологическую экспертизу и с 1998 года разрешен МОЗ Украины для применения в технологиях обработки питьевой воды в соответствии с разработанными методическими документами [10, 11]. Водные растворы реагента «Акватон-10» проявляют высокие биоцидные и антикоррозионные свойства, являются стабильными при использовании и хранении в течение более 1 года и применяются при различных типах водоподготовки.

Действующим веществом реагента «Акватон-10» является гуанидиновый полимер полигексаметиленгуанидина гидрохлорид (ДВ - ПГМГ-гх; разработчик и производитель – НТЦ «Укрводбезпека», г. Киев).

**Целью** настоящей работы было обоснование гипотезы о возможности использования реагента «Акватон-10» в технологиях обработки питьевой воды как эффективного биоцида и как реагента, снижающего гидродинамическое сопротивление воды.

#### **Результаты исследований и их обсуждение.**

1. Оригинальная технология получения (синтеза) ПГМГ-гх, запатентованная нами [12], позволяет получать ПГМГ-гх с параметрами полимерных молекул, которыми обладают гидродинамически активные полимеры (высокая молекулярная масса, линейность макромолекул, наличие поверхностной активности, определенное молекулярно-массовое распределение и другие параметры) [4].

2. При вискозиметрических исследованиях водных растворов ПГМГ-гх, полученного по разработанному способу [12] и проведенных по методике [13], установлено, что концентрационная зависимость приведенной вязкости водного раствора ПГМГ-гх в концентрационном интервале 1-5% имеет типичный вид для полиэлектролитов с эффектом полиэлектролитного набухания: наблюдается резкое увеличение приведенной вязкости по мере снижения концентрации ПГМГ-гх. Это явление связано с разворачиванием клубков макромолекул, которые принимают все более развернутую конформацию, и обусловлено нарушением компенсации положительного заряда на макромолекулах подвижными противоионами при разведении раствора полимера



[14, 15]. Однако, при концентрациях ПГМГ-гх  $\leq 0,5\%$  наблюдали аномально резкое падение приведенной вязкости, что может свидетельствовать в пользу эффекта структурирования воды с участием макромолекул ПГМГ-гх. Такой эффект структурирования воды при больших скоростях потока препятствует образованию турбулентности в потоке, приводя к снижению гидродинамического сопротивления в потоке [8].

3. В натуральных испытаниях водных растворов ПГМГ-гх в потоке с высокой скоростью струи при использовании водного огнетушителя ВВШ-9 (производства ПрАТ «Макиевский завод «Факел») определяли длину струи, время выброса заряда, время тушения пожара класса А (при использовании в качестве водного огнетушащего вещества растворов ПГМГ-гх с концентрацией 0 – 5 %) [16]. Установлено, что добавление к воде небольших концентраций ПГМГ-гх приводит:

- к увеличению дальности подачи струи на 20-30%;
- к ускорению выброса заряда огнетушителя на 20-22 %;
- к сокращению времени тушения пожара класса А на 15-20 %.

Полученные результаты [16] позволяют говорить о значительном улучшении огнетушащих свойств исследуемых водных растворов гуанидиновых полимеров в сравнении с водой, что непосредственно связано с улучшением текучести водных растворов ПГМГ-гх, в исследуемом диапазоне концентраций, то есть о наличии у полимера ПГМГ-гх гидродинамической активности (способности снижать гидродинамическое сопротивление воды – эффект Томса).

По нашему мнению, проявление гидродинамической активности ПГМГ-гх в водных растворах связано с конформационными изменениями, происходящими в макромолекулах ПГМГ-гх во время движения растворов в потоке. Известно [17], что ПГМГ-гх является полиэлектролитом, его макромолекулы обладают сильным положительным зарядом, который скомпенсирован в водном растворе подвижными противоионами  $Cl^-$ . При снижении концентрации полимера компенсация заряда нарушается и макромолекулы принимают более развернутую конформацию за счет полиэлектролитного эффекта, а поток способствует их ориентации преимущественно вдоль потока.

При вискозиметрических исследованиях эффект структурирования воды под воздействием линейных макромолекул ПГМГ-гх проявился в виде аномального снижения приведенной вязкости, поскольку скорость потока была не очень высокой, а поток в капилляре вискозиметра был ламинарным. Тогда как в опытах с высокой скоростью потока эффект структурирования воды макромолекулами ПГМГ-гх препятствовал образованию турбулентности и приводил к снижению гидродинамического сопротивления воды, то есть к проявлению эффекта Томса [8].

Поскольку изменение молекулярных характеристик полимеров в растворах сильно зависит от внешних условий [9, 18], то достичь наиболее высокой гидродинамической эффективности полимера можно выбором оптимальных условий, способствующих наибольшему разворачиванию полимерного клубка.

Еще одним возможным фактором, способствующим проявлению гидродинамической активности ПГМГ-гх, может быть образование пристенного адсорбционного слоя из макромолекул ПГМГ. По мнению [19] образование из молекул полимерных противотурбулентных гидродинамически активных агентов пристенного адсорбционного слоя приводит к снижению турбулентных всплесков в переходном слое и стабилизирует ламинарный подслой. Кроме этого, в проявлении влияния пристенного адсорбционного слоя на ламинаризацию турбулентного потока существенную роль оказывает структура растворителя – воды [20] и что вода, как растворитель и компонент структуры полимера, обеспечивает снижение гидродинамического сопротивления турбулентного потока [21].

В работе [22] также высказано предположение о том, что макромолекулы полимерных противотурбулентных присадок концентрируются в пристеночной области, где и происходит взаимодействие макромолекул с зарождающимися вихрями и в результате чего снижается гидродинамическое сопротивление.

Ранее нами было показано [23 -25], что ПГМГ-гх обладает высокой адсорбционной способностью за счет строения макромолекулярных звеньев, имеющих в своем составе полярную гуанидиновую группировку и неполярную гексаметиленовую. Такое строение макромолекул

позволяет ПГМГ-гх быстро и активно адсорбироваться на поверхностях практически любой физической и химической природы с образованием достаточно прочного адсорбционного слоя из макромолекул ПГМГ-гх.

4. Для изучения механизма адсорбционного взаимодействия ПГМГ-гх с поверхностью методом ИК-спектроскопии использовали, как модель, поверхность высокодисперсного кремнезема. Было установлено [26], что ПГМГ-гх эффективно взаимодействует с поверхностью за счет образования сильных водородных связей между аминогруппами полимера и свободными силанольными группами поверхности кремнезема. Показано, что при адсорбции ПГМГ-гх в количестве до  $\approx 60\%$  от монослоя одно полимерное звено взаимодействует с одной силанольной группой. При большем содержании ПГМГ-гх в монослое значительная часть звеньев макромолекул остается свободной.

Такая необычная экспериментально полученная зависимость свидетельствует о том, что начальная стадия образования адсорбционного слоя из макромолекул ПГМГ-гх на поверхности идет путем расположения макромолекул параллельно поверхности, а все функциональные гуанидиновые группы макромолекул ПГМГ-гх связаны силанольными группами кремнезема. При дальнейшем заполнении адсорбционного слоя вследствие конформационных ограничений, накладываемых поверхностью, и статистических конформаций макромолекулярных клубков линейных макромолекул ПГМГ-гх в растворе, полимерная цепь при адсорбции связывается с поверхностью за счет небольшого количества (10-15 %) своих звеньев, а остальные звенья полимерной цепи остаются свободными [24] и располагаются в приповерхностном слое в виде «петель» и «хвостов» вертикально к поверхности [27].

Макромолекулы ПГМГ-гх образуют рыхлый адсорбционный слой, т. к. силы электростатического отталкивания между свободными (не связанными) звеньями полимера не позволяют плотно упаковаться макроцепям возле поверхности. Рыхлая упаковка в приповерхностном слое макромолекул способствует сильной гидратации макромолекул ПГМГ-гх (ассоциации молекул воды с макромолекулами ПГМГ), то есть структурированию молекул воды, что может быть фактором, гасящим турбулентные проявления в пристенном слое, а адсорбированные макромолекулы этого слоя могут играть решающую роль в снижении гидродинамического сопротивления.

О значительном влиянии ассоциации молекул воды с макромолекулами полимера, проявляющего гидродинамическую активность в потоках воды, показано в работе [21], автор которой считает, что макромолекулы ПОЭ адсорбируются на поверхности трубы и перпендикулярно ориентируются к ней в виде своеобразной решетки. При этом каждая макромолекула покрыта тетрамерами воды, создающими слабое взаимодействие с другими ассоциатами воды. Это усиливает текучесть в пристенных участках, которая гасит частично или полностью вихри турбулентного потока, увеличивая зону ламинарного течения воды.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что способность ПГМГ-гх снижать гидродинамическое сопротивление в значительной степени обусловлена его молекулярными характеристиками: а) наличием полиэлектролитного эффекта, способствующего разворачиванию линейных макромолекул ПГМГ-гх в потоке воды и б) высокой адсорбционной способностью, обеспечивающей образование пристенного адсорбционного слоя. Макромолекулы этого слоя взаимодействуют с молекулами воды, способствуя их структурированию, что приводит к ламинаризации потока и снижению гидродинамического сопротивления.

**Выводы.** Высказанная нами гипотеза о способности реагентов на основе ПГМГ-гх проявлять гидродинамическую активность в водных растворах и о возможности их использования для снижения гидродинамического сопротивления в водопроводной сети представляется перспективной и требует дальнейших исследований.

Результаты проведенной работы позволяют думать об успешном использовании на практике реагента «Акватон-10» как для очистки и обеззараживания питьевой воды, так и в качестве высокоэффективного агента, снижающего гидродинамическое сопротивление воды для решения проблем энергосбережения и повышения эффективности работы различных гидравлических систем.

**ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ:**

1. Воинцева И. И. Анतिकоррозионные свойства обеззараживающих реагентов на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида / И. И. Воинцева, Т. Ю. Нижник, Т. В. Стрикаленко, А. И. Баранова // Вода: химия и экология. – 2018, № 10-12. – С. 99-108.
2. Технический справочник по обработке воды. – «ДЕГРЕМОН», СПб.: «Новый журнал», 2007–1696 с.
3. Toms B. A. Some observations on the flow of linear polymer solutions through straight tubes at large Reynolds numbers // in Proceedings of the 1st International Congress on Rheology - 1949, V. 2. - North Hol-land, 1949. - P. 135–141.
4. Хойт Д. У. Влияние добавок на сопротивление трения в жидкости // Труды американского общества инженеров-механиков. Серия D. Теоретические основы инженерных расчетов. –1971, No 2. –С. 1–31.
5. Николаев А. Ф. Водорастворимые полимеры / А. Ф. Николаев, Г. И. Охрименко - Л.: Химия, 1979. - 61с.
6. Неронова И. А. Деструкция полиэтилена и ее связь со снижением сопротивления трения в турбулентном потоке / И. А. Неронова // Механика турбулентных потоков: сборник. –М.: Наука,1980. –С. 364–368.
7. Полиакриламид /Под ред.В. Ф. Куренкова - М.: Химия,1979. - 61с.
8. Седов Л. И. О снижении гидродинамического сопротивления добавками полимеров / Л. И. Седов и др.// Механика турбулентных потоков: сб. –М.: Наука, 1980. – С. 7–28
9. Ткачук Ю. Я. Энергосбережение за счет использования эффекта Томса // Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів інженерного факультету. - Суми: СумДУ, 2007 - Ч.2 - С.93.
10. Методичні рекомендації щодо застосування засобу “Акватон-10” для знезараження об’єктів водопідготовки та води при централізованому, автономному та децентралізованому водопостачанні. Затверджені Наказом МОЗ України 26.02.2010. №16-2010. – К.: МОЗ України, 2010. – 31с.
11. Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. // Выпуски 1-4. – К., 2003, 2004, 2005, 2018.
12. Нижник Ю. В. Способ получения полигуанидинов. Патент Украины №79720/ Баранова А. И., Мариевский В. Ф. Федорова Л. Н., Надтока О. Н., Нижник Т. Ю. - Опубл. 10.07.2007 р. в Бюл. № 10, 2007 г.
13. Твердохлебова И. И. Конформация макромолекул (вискозиметрический метод оценки). // М.: Химия, 1981. – 284 с.
14. Тагер А. А. Физико-химия полимеров. - 3-е изд. // М.: Химия, 1978. - 544 с.
15. Нижник В. В. Фізична хімія полімерів. Підручник. / В. В. Нижник, Т. Ю. Нижник // К.: Фітосоціоцентр, 2009. - 424с.
16. Жартовський В. М. Застосування полімерної поверхнево-активної речовини гуанідинового ряду з метою підвищення вогнегасних властивостей води / В. М. Жартовський, Т. В. Магльована, С. В. Жартовський // Пожежна безпека: теорія і практика. — 2012, №12.- С. 35-40.
17. Воинцева И. И. Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы [Монография] / И. И. Воинцева, П. А. Гембицкий. // М.: ЛКМ-пресс. 2009. - 303 с.
18. Симоненко А. П. Основные закономерности эффекта Томса и влияние различных факторов на его величину /А. П. Симоненко, Н. В. Быковская, Н. А. Дмитренко, П. В. Асланов. // Вести Автомобильно-дорожного института– 2016– N 2(19). - С. 66-73.
19. Tsukahara T. PIV and DNS analyses of viscoelastic turbulent flows behind a rectangular orifice / T. Tsukahara, M. Motozawa, D. Tsurumi, Y. Kawaguchi. // International Journal of Heat and Fluid Flow. – 2013, V. 41. - P. 66-79.
20. Яснюк Т. И. Применение водорастворимых полимеров для снижения гидродинамического сопротивления трения /Т. И. Яснюк, Е. А. Вязкова, Е. Ю. Анисимова, Н. Б. Цырендашиев, Н. Л. Панасенко, И. И. Цыбуля // Вестник Евразийской науки. - 2018, №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esj.touday/PDF/35SAVN318.pdf>.

21. Николаев А. Ф. Эффект Томса с использованием новых представлений о структуре воды /Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (Технического университета). – 2009, № 6 (32) – С.76-79.
22. Валиев М. И. К вопросу о механизме действия высокомолекулярных полимерных противотурбулентных присадок / М. И. Валиев, В. В. Жолобов, Е. И. Тарновский // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013, №3(11). – С. 18-26.
23. Нижник Т. Ю. Роль адсорбционных явлений в борьбе с биообрастаниями в системах водоснабжения/ Т. Ю. Нижник, А. И. Баранова, В. В. Нижник // Зб. матеріалів III науково-практичної конференції «Вода в харчовій промисловості». - Одеса: ОНАХТ, 2012.- С.74-76.
24. Нестеров А. Е. Фазовое состояние растворов и смесей полимеров/ А. Е. Нестеров, Ю. С. Липатов // Киев.: Наукова думка, 1987. - 167 с.
25. Баранова А. И. Способ обеззараживания воды и композиция для реализации этого способа/ А. И. Баранова, В. Ф. Мариевский, Ю. В. Нижник// Патент Украины №75335. 2006. Б.И. № 4
26. Нижник Т. Ю. Многофункциональная фильтрующая загрузка на основе диоксида кремния, модифицированного полигексаметиленгуанидина гидрохлоридом / Т. Ю. Нижник, В. Ф. Мариевский, Ю. В. Нижник, Т. В. Стрикаленко // Зб. матеріалів X Всеукр. науково-практичної конференції «Вода в харчовій промисловості». – Одеса: ОНАХТ, 2019. – С. 69 – 71.
27. Мариевский В. Ф. Методические и эколого-гигиенические аспекты анализа безопасности воды при использовании некоторых реагентов для ее обеззараживания/ В. Ф. Мариевский, А. И. Баранова, Ю. В. Нижник, Т. В. Стрикаленко, Т. Ю. Нижник, Т. В. Маглеванная // Вода: Химия и экология - 2011. №4. - С. 58-65.



ДО ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ЙОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ.....	107
<i>Поляков В.Л., Мартинов С.Ю.</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ВИМОГ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ВНУТРІШНІХ І ЗОВНІШНІХ МЕРЕЖ І СПОРУД ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА КАНАЛІЗАЦІЇ .....	109
<i>Оглобля О.І.</i>	
ТИПІЗАЦІЯ І СТРУКТУРИЗАЦІЯ КОНСТРУЮВАННЯ ТРУБОПРОВІДІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ НОВИХ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ДІЮЧИХ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ МІСТ .....	116
<i>Косінов В.П., Трач Ю.П.</i>	
МОДИФІКАЦІЯ КВАРЦЕВОЇ ЗАГРУЗКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ.....	118
<i>Душкин С.С.</i>	
ПОРИСТИЙ ПОЛІМЕРБЕТОН І ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ПЕРЕГОРОДЧАСТОГО ЗМІШУВАЧА КОРИДОРНОГО ТИПУ .....	124
<i>Епоян С.М., Сухоруков Г.І., Бабенко С.П., Яркін В.А.</i>	
ПОРИСТЫЕ ПОЛИМЕРБЕТОННЫЕ ДРЕНАЖНО-РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ.....	128
<i>Прогульный В.И., Рябков М.В.</i>	
ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ З ДРЕНАЖНИХ СВЕРДЛОВИН ІЗ СИФОННОЮ СИСТЕМОЮ ВОДОВІДБОРУ ПРИ ЗАХИСТІ ТЕРИТОРІЙ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ З ВОДОСХОВИЩ .....	134
<i>Левицька В.Д., Хоружий П.Д.</i>	
ОСВІТЛЕННЯ ТА ЗНЕБАРВЛЕННЯ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕАГЕНТІВ, СИНТЕЗОВАНИХ З ВІДХОДІВ ГЛИНОЗЕМНИХ ЗАВОДІВ.....	139
<i>Гомеля М.Д., Крисенко Т.В.</i>	
WATER PURIFICATION FROM COPPER AND LEAD IONS BY USING FERRICYANIDE COMPLEXES .....	144
<i>Ryzhuk O., Trus I., Gomelya N.</i>	
НІТРИФІКАЦІЯ В СИСТЕМАХ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	146
<i><sup>1</sup>Юрченко В. О., <sup>2</sup>Радіонов М. П., <sup>1</sup>Мельнікова О.Г.</i>	
МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦІРОВАНОЇ ЦЕЛЛЮЛОЗИ .....	149
<i>Мовчанюк О.М., Гомеля Н.Д.</i>	
МЕМБРАННІ ТЕХНОЛОГІЇ – ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМИ ЗНЕСОЛЕННЯ ВОДИ .....	152
<i>Нечухрін О.В., Трус І.М., Гомеля М.Д.</i>	
ЗАПОБІГАННЯ НАДМІРНОГО УТВОРЕННЯ ТРИГАЛОМЕТАНІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ПИТНОЇ ВОДИ з р. ДНІПРО. ПРОМИСЛОВА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРЕАМОНІЗАЦІЇ .....	155
<i>Шибка А. В.</i>	
О СНИЖЕНИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ВОДОПРОВОДНОЙ СЕТИ РЕАГЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ПГМГ-ГХ .....	159
<i>Нижник Т.Ю.<sup>1</sup>, Баранова А.И.<sup>2</sup>, Маглевая Т.В.<sup>3</sup>, Жартовский С.В.<sup>4</sup>, Стрикаленко Т.В.<sup>5</sup></i>	
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕМБРАН ДЛЯ ВОДОПІДГОТОВКИ ПИТНОЇ ВОДИ З ПОВЕРХНЕВИХ ДЖЕРЕЛ .....	165
<i>Благодарна Г.І., Гуслев С.М.</i>	