

### ВИВЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ ЧАСТИНОК НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ, ОТРИМАННИХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАННЯ НИЗЬКОГО ТИСКУ

В роботі виконаний розрахунок параметрів деформації частинок нікелю при зіткненні з підкладкою при холодному газодинамічному напилюванні низького тиску. Представлений новий підхід розрахунку деформації частинок, що проводиться на основі результатів металографічних досліджень. Результати показали, що існує висока вірогідність плавлення частинок в зоні великих деформацій та наявності ефекту трамбування керамічними частками частинок металу при напилюванні металокерамічної порошкової суміші.

**Ключові слова:** холодне напилювання, деформація, динамічна межа текучості, покриття, аналіз мікроструктури.

*Каналес Орасіо, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Шорінов Олександр Володимирович, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Волков Андрей Олегович, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: volkov\_andrey\_o@mail.ru.*

*Маркович Сергей Евгеньевич, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Долматов Анатолий Иванович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології виробництва авіаційних*

*них двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Каналес Орасіо, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Шорінов Олександр Володимирович, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Волков Андрей Олегович, аспірант, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Маркович Сергей Евгеньевич, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Долматов Анатолий Иванович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології виробництва авіаційних двигателів, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Canales Horacio, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine.*

*Shorinov Oleksandr, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine.*

*Volkov Andrew, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: volkov\_andrey\_o@mail.ru.*

*Markovych Sergey, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine.*

*Dolmatov Anatoly, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine.*

УДК 681.5.015:628.21

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.57120

**Дядюн С. В.,  
Писаревский И. М.,  
Штельма О. Н.**

## ПОСТРОЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ КРУПНОГО ГОРОДА

В статье рассмотрена структура управления водопроводным хозяйством крупного города. Представлена структурная схема водопроводного хозяйства города, описывающая взаимосвязи между подсистемами и их функциональное назначение. Обращается внимание на основные трудности и проблемы, возникающие при построении автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) водоснабжения городов.

**Ключевые слова:** объект управления, система водоснабжения, функционирования, модель, критерий, качество, эффективность, автоматизированное управление.

### 1. Введение

Одной из важнейших проблем в системе коммунального хозяйства является проблема повышения качества и эффективности работы систем водоснабжения за счет имеющихся внутренних резервов этих систем.

Системы водоснабжения современных крупных городов характеризуются наличием огромного числа форми-

рующих их элементов: скважин, резервуаров, насосных станций, трубопроводов, задвижек, потребителей. Рост городов, развитие промышленности и строительства, ввод в эксплуатацию новых жилых массивов обусловили непрерывное увеличение и усложнение систем водоснабжения, вследствие чего традиционные методы управления этими системами перестали быть эффективными. Непрерывное развитие городских систем водо-

снабжения в пространстве (по территории) и во времени (нередко не так, как планировалось ранее) привело к тому, что они стали настолько сложными, что службы эксплуатации практически стали терять контроль за состоянием распределения воды в водопроводных сетях. Это в свою очередь стало приводить к появлению в сети напоров, значительно превышающих нормативные как из-за отсутствия оперативного управления режимами водораспределения, так и за счет наличия заросших и засоренных труб, прикрытых задвижек и т. д.

В создавшейся ситуации особую актуальность приобретает проблема разработки и широкого внедрения АСУ ТП водоснабжения городов, разработки АРМ диспетчера систем водоснабжения на основе новых компьютерных ресурсосберегающих технологий и совершенствования существующих методов оперативного управления системами подачи и распределения воды (СПРВ), позволяющих повысить качество и эффективность их функционирования за счет использования внутренних резервов этих систем.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Методам математического моделирования функционирования СПРВ посвящено много фундаментальных работ [1–8]. Математическая модель установившегося потокораспределения в водопроводной сети достаточно хорошо известна и разработана в [1–5], теоретические основы оптимизации и оперативного управления потокораспределением в инженерных сетях заложены в [4–6]. Целью данной работы являлись построение структуры управления водопроводным хозяйством крупного города, описывающей взаимосвязи между подсистемами и их функциональное назначение, а также определение основных трудностей и проблем, возникающих при построении АСУ ТП водоснабжения городов.

Сложившаяся практика эксплуатации и развития СПРВ предопределила наличие в существующих сетях больших избыточных свободных напоров, которые приводят к повышенному потреблению электроэнергии, значительным потерям воды за счет утечек через запорную арматуру и авариям, число которых резко возрастает с ростом давлений в трубопроводах. Аварии и утечки, в свою очередь, приводят к разрушениям подземных сооружений и коммуникаций, фундаментов зданий и дорожных покрытий, перебоям в подаче воды потребителям, что наносит значительные материальные убытки объектам народного хозяйства и моральный ущерб населению. Непроизводительные потери и утечки приводят к росту дефицита воды в городах и населенных пунктах. Покрытие дефицита в воде по этим причинам осуществляется, как правило, за счет освоения новых источников, расположенных на значительном расстоянии от городов, а для этого нужны дополнительные финансовые и материальные средства.

В то же время в самих системах водоснабжения скрыты большие резервы, использование которых позволяет добиться существенной экономии непроизводительных материальных и энергетических затрат во многих отраслях народного хозяйства, а также улучшить обеспечение населения и промышленности водой, и в результате дать значительный народнохозяйственный экономический эффект.

## 3. Объект, цель и задачи исследования

*Объектом исследования* являются системы водоснабжения городов.

*Цель исследования* – повышение качества и эффективности их функционирования.

Для реализации автоматизированной системы управления процессами подачи и распределения воды в городской водопроводной сети на практике необходимо решение следующих основных задач [4–9]:

- обследование водопроводных сетей, а также планирование, проведение и обработка натурных экспериментов с целью выработки рекомендаций по повышению пропускной способности сети;

- построение рациональной модели водопроводной сети для решения задач оперативного управления [4–6, 8];

- идентификация состояния потокораспределения водопроводной сети [5, 6];

- прогнозирование процессов потребления воды в водопроводной сети [4–6];

- оперативное планирование режимов функционирования водопроводной сети в нормальных условиях [4–6, 8, 9];

- стабилизация режимов функционирования водопроводной сети [4–6];

- оперативное планирование режимов функционирования водопроводной сети в условиях дефицита воды и аварийных ситуациях [5];

- проектирование новых и реконструкция старых зон водопроводной сети с учетом её управляемости [1, 5].

Всем этим задачам должен предшествовать этап наведения порядка на водопроводной сети, заключающийся в тщательном её обследовании и инвентаризации всех формирующих её элементов и предусматривающий установку контрольно-измерительной аппаратуры.

Последняя в этом комплексе задача проектирования и реконструкции водопроводной сети неразрывно связана с остальными задачами управления, поскольку автоматизированное управление системой подачи и распределения воды осуществляется в условиях непрерывного её развития.

## 4. Результаты исследований, полученные при построении АСУ ТП водоснабжения городов

Рассмотрим структуру управления водопроводным хозяйством крупного города, снабжение водой населения, коммунально-бытовых, промышленных, строительных и других объектов города. Обеспечение развития сетей водоснабжения осуществляет производственное управление водопроводного хозяйства (ПУВХ) города, представляющее собой единый производственно-хозяйственный комплекс.

Систему водоснабжения города рассмотрим как объект управления, функционирующий в некоторой среде. Выделение объекта из среды – это искусственный прием, позволяющий осуществить декомпозицию системы, выделить наблюдаемые и управляемые переменные, разделить переменные на входы и выходы [5, 6]. К среде относятся, как правило, неуправляемые подсистемы, а также те подсистемы, управление которыми осуществляется на других иерархических уровнях в соответствии с другими критериями и практически не зависит от управляемых переменных выделяемого объекта. Выделение объекта

из среды и выделение управляемых переменных производится с точки зрения заданной цели управления.

Основная цель управления системой водоснабжения города в нормальных условиях состоит в обеспечении водой непрерывно изменяющихся потребностей ее потребителей, включая перспективное строительство, т. е. в обеспечении наиболее полного соответствия между состояниями объекта управления и окружающей средой во времени [4–6]. Такое соответствие должно быть реализовано при оптимальных значениях некоторых критериев управления и выполнении технологических ограничений.

При решении задач оперативного управления потокораспределением в СПРВ на уровне производственных объединений к окружающей среде следует отнести месторождения воды и сооружения по её переработке (очистке). Кроме того, к среде относятся потребители, поскольку механизм формирования их запросов в требуемых параметрах воды не зависит от управляемых переменных СПРВ. Реальным СПРВ, средам, в которых они функционируют, критериям оперативного управления присущи различные типы неопределенностей, поэтому оптимальное управление СПРВ должно достигаться путем её адаптации к непрерывно изменяющейся среде.

Рассмотрим структуру управления водопроводным хозяйством города. Учитывая специфику городского водопроводного хозяйства как объекта управления, его целесообразно представить в виде шести типов подсистем:

- подсистема снабжения поверхностными водами;
- подсистема снабжения артезианскими водами;
- подсистема строительных работ;
- ремонтное обслуживание (техническая эксплуатация);
- организационно-экономическая подсистема;
- административная подсистема.

Взаимосвязь между подсистемами, их функциональное назначение можно проследить по структурной схеме водопроводного хозяйства, представленной на рис. 1.

При решении задач автоматизированного управления водопроводным хозяйством города к окружающей среде отнесем источники поверхностных и артезианских вод, поставки стройматериалов, оборудования, запчастей, проектно-конструкторские организации, потребителей воды, а также управляющие организации, не входящие в состав производственного управления водопроводного хозяйства. Состояние окружающей среды характеризуется подачей воды, возможным уровнем потребления её потребителями и управлением вышестоящих организаций. Исходя из функционального назначения подсистем, входящих в состав водопроводного хозяйства города, их можно разбить на три типа:

- основные (подсистема снабжения поверхностными водами, подсистема снабжения артезианскими водами);
- вспомогательные (подсистема строительных работ, подсистема ремонтного обслуживания);
- управляющие (организационно-экономическая и административная подсистемы).

Назначение основных подсистем заключается в обеспечении соответствия между подачей поверхностных  $X_1$  и артезианских вод  $X_2$  и соответственно их потребителями  $Y_1$  и  $Y_2$ . Векторы входных переменных  $X_1$  и  $X_2$  можно представить в виде двоек векторов  $X_1 = \langle q_{vх1}, N_{вх1} \rangle$  и  $X_2 = \langle q_{vх2}, N_{вх2} \rangle$  – векторов расхода воды  $q_{vх1}$  и  $q_{vх2}$ , и векторов давлений  $N_{вх1}$  и  $N_{вх2}$ , под которым вода поступает в водопроводную сеть. Размерность векторов  $q_{vх1}$ ,  $q_{vх2}$ , а также  $N_{вх1}$  и  $N_{вх2}$  зависит от количества входов в сети.

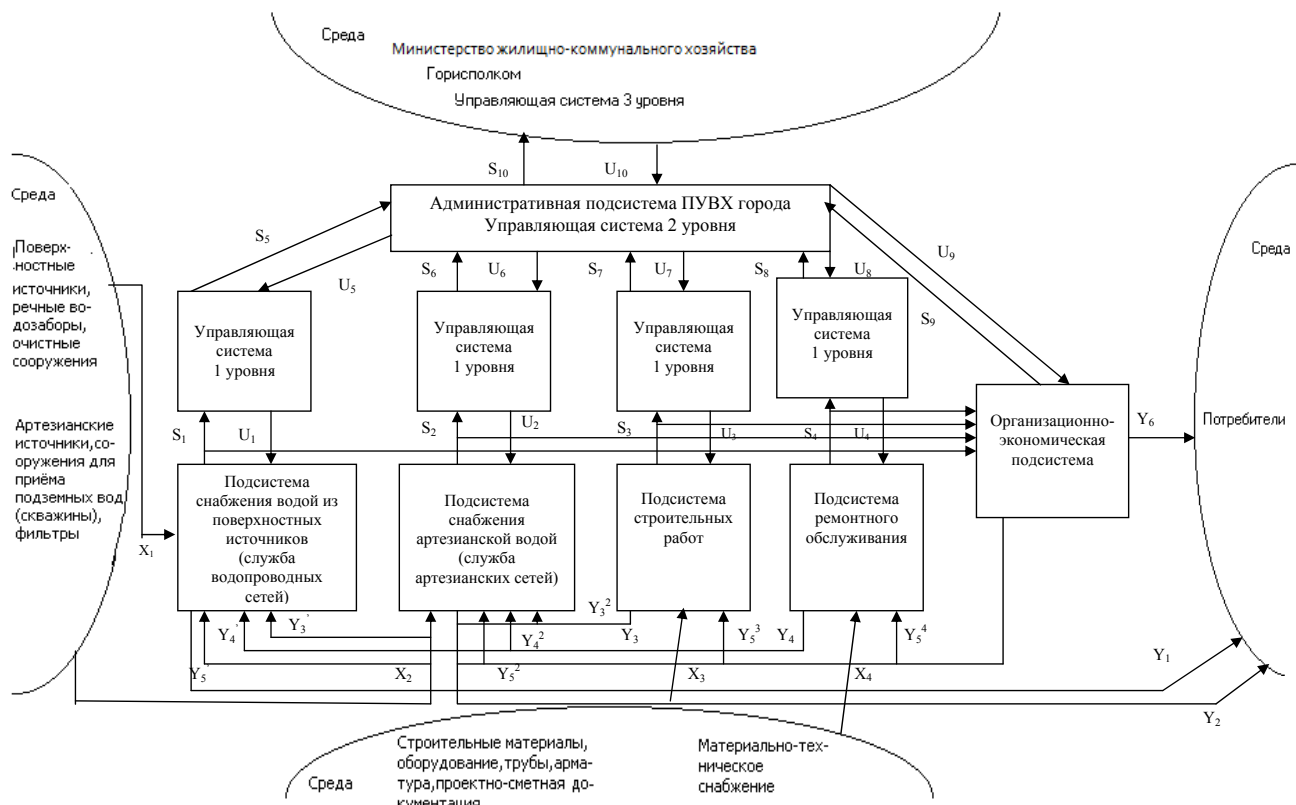


Рис. 1. Структурная схема водопроводного хозяйства города

Векторы  $X_1$  и  $X_2$  характеризуют состояние среды (источников). Векторы выходных переменных  $Y_1 = \langle q_{\text{вых}_1}, N_{\text{вых}_1} \rangle$ ,  $Y_2 = \langle q_{\text{вых}_2}, N_{\text{вых}_2} \rangle$  определяют текущее состояние объекта управления. Компоненты векторов  $q_{\text{вых}_1}$ ,  $q_{\text{вых}_2}$ ,  $N_{\text{вых}_1}$  и  $N_{\text{вых}_2}$  соответствуют величинам расходов и давлений, под которыми вода поступает потребителям. Размерность векторов  $q_{\text{вых}_1}$ ,  $q_{\text{вых}_2}$  и  $N_{\text{вых}_1}$  и  $N_{\text{вых}_2}$  в общем случае зависит от количества потребителей.

Назначение вспомогательных подсистем заключается в обеспечении безаварийной эксплуатации водопроводного хозяйства и развития систем водоснабжения.

Данные подсистемы имеют входы со среды  $X_3$  и  $X_4$  (поставки материалов, оборудования, проектной документации, запчастей и др.), выходов в среду не имеют, а их деятельность замыкается на обеспечение функционирования основных подсистем  $Y_3$  и  $Y_4$ . Основные и вспомогательные подсистемы имеют свои управляющие системы, обеспечивающие их функционирование в соответствии с поставленной целью. Технологическое управление основными и вспомогательными подсистемами  $U_1$ – $U_4$  осуществляется на основании информации  $S_1$ – $S_4$ , характеризующей состояние этих подсистем. Управляющие системы основных, вспомогательных подсистем, а также технико-экономическую подсистему выделим в первый уровень управления. Организационно-экономическая подсистема осуществляет технико-экономическое управление основными и вспомогательными подсистемами  $Y_5$ , а также обеспечивает связь со средой  $Y_6$  (расчет с абонентами и др.). Координацию управления  $U_5$ – $U_9$  производственным управлением водопроводного хозяйства в соответствии с поставленными перед ним целями и на основании состояния управляющих систем первого уровня  $S_5$ – $S_9$  обеспечивает управляющая подсистема (административная), которая соответствует второму уровню управления. Она же осуществляет взаимосвязь по управлению ПУВХ со средой  $U_{10}$  и обеспечивает необходимой информацией о состоянии водопроводного хозяйства города  $S_{10}$  вышестоящие организации: Комитет по строительству, архитектуре и жилищной политике, горисполком (третий уровень управления).

## 5. Основные проблемы построения АСУ ТП водоснабжения

При построении АСУ ТП водоснабжения городов основные трудности и проблемы связаны с основными подсистемами ПУВХ.

Работающие в ряде городов страны и СНГ АСУ ТП водоснабжения являются сугубо информационными. Необходимо подключать в систему сбора информации большее число измеряемых по давлению точек сети, а действующие АСУ ТП переводить в режим оптимального управления. То же касается и САПР водоснабжения, надо не ограничиваться решением отдельных локальных задач на ПК, а разрабатывать и внедрять в практику комплексы программ, реализующие методы оптимального проектирования и реконструкции систем водоснабжения.

Таким образом, в создавшейся ситуации особую актуальность приобретает проблема разработки новых и совершенствования существующих методов оптимального проектирования, реконструкции и оперативного

управления СПРВ [4–9], позволяющих повысить качество и эффективность их функционирования за счет использования внутренних резервов этих систем.

Особое внимание необходимо уделять построению рациональной модели водопроводной сети для решения задач оперативного управления [8, 10]. В реальных водопроводных сетях состав оперативной информации об объекте управления явно недостаточен. Это объясняется тем, что некоторые параметры (например, расход на потребителях и в сети) не представляется возможным измерить, а датчики, при помощи которых измеряются параметры, характеризующие состояние водопроводной сети, далеко не всегда можно установить в необходимых точках на сети по технологическим соображениям. Кроме того, получаемая информация является недостоверной вследствие ошибок измерений и шумов в каналах связи. Все это накладывает определенные требования к выбору модели объекта управления [10].

## 6. Выводы и перспективы дальнейших исследований

Данные исследования направлены на полное, своевременное и бесперебойное обеспечение всех потребителей СПРВ в нужном количестве воды заданного качества. Они апробированы во многих городах Украины и СНГ и подтвердили свою высокую эффективность. Все то, что ранее создано и построено, нужно дополнять, дорабатывать и совершенствовать. Появляются новые компьютерные системы и технологии, приборы измерения, иные возможности получать ранее недоступную оперативную информацию в реальном масштабе времени – это открывает новые пути для совершенствования работы, проектирования и внедрения таких систем. Использование методов оптимизации, оптимального управления, прогрессивных информационных технологий позволяет при качественном снабжении водой всех потребителей систем водоснабжения городов постоянно обеспечивать колоссальную экономию ресурсов (воды) и электроэнергии.

Реализация организационно-технологической автоматизированной системы управления водоснабжением крупных городов на практике позволяет существенно повысить качество и эффективность функционирования систем водоснабжения, более полно использовать их внутренние резервы путем сокращения непроизводительных расходов воды, снижения энергетических затрат, уменьшения количества аварийных ситуаций на сети.

## Литература

1. Евдокимов, А. Г. Оптимальные задачи на инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов. – Харьков: Вища школа, 1976. – 153 с.
2. Fallside, F. The Development of Modelling and Simulation Techniques Applied to a Computer – Based – Telecontrol Water Supply System [Text] / F. Fallside, P. F. Perry, R. H. Burch, K. C. Marlow // Computer Simulation of Water Resources Systems. – 1975. – № 12. – P. 617–639.
3. Меренков, А. П. Теория гидравлических цепей [Текст] / А. П. Меренков, В. Я. Хасилев. – М.: Наука, 1985. – 279 с.
4. Евдокимов, А. Г. Потокораспределение в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, В. В. Дубровский, А. Д. Тевяшев. – М.: Стройиздат, 1979. – 199 с.
5. Евдокимов, А. Г. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдоки-

- мов, А. Д. Тевяшев, В. В. Дубровский. – М.: Стройиздат, 1990. – 368 с.
6. Евдокимов, А. Г. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев. – Харьков, 1980. – 144 с.
  7. Евдокимов, А. Г. Информационно-аналитические системы управления инженерными сетями жизнеобеспечения населения [Текст] / А. Г. Евдокимов, В. А. Петросов. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 412 с.
  8. Дядюн, С. В. Моделирование и рациональное управление системами водоснабжения при минимальном объеме оперативной информации [Текст] / С. В. Дядюн // Радиоэлектроника и информатика. – 2002. – № 20. – С. 111–115.
  9. Дядюн, С. В. Оптимизация потокораспределения в системах водоснабжения с большим числом активных источников [Текст] / С. В. Дядюн // Автоматизированные системы управления и приборы автоматки. – 2001. – Вып. 115. – С. 36–40.
  10. Дядюн, С. В. Оценка эффективности управления системами водоснабжения в зависимости от степени неопределенности модели [Текст] / С. В. Дядюн // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – № 6/4 (14). – С. 4–6. doi:10.15587/2312-8372.2013.19572

#### ПОБУДОВА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯМ ВЕЛИКОГО МІСТА

У статті розглянуто структуру управління водопровідним господарством великого міста. Розроблено структурну схему міського водопровідного господарства, яка дозволяє простежити взаємозв'язок між підсистемами та їх функціональне призначення. Особлива увага приділяється головним труднощам та проблемам, які виникають при створенні автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУ ТП) водопостачання міст.

**Ключові слова:** об'єкт управління, система водопостачання, функціонування, модель, критерій, якість, ефективність, автоматизоване управління.

*Дядюн Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна, e-mail: daulding@mail.ru.*

*Писаревський Ілля Матвеевич, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри готельного господарства та туризму, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна.*

*Штельма Ольга Николаевна, старший преподаватель, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет городского хозяйства ім. А. Н. Бекетова, Україна.*

*Дядюн Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.*

*Писаревський Ілля Матвійович, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри готельного господарства та туризму, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.*

*Штельма Ольга Миколаївна, старший викладач, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.*

*Dyadun Sergey, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: daulding@mail.ru.*

*Pisarevskiy Iliya, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.*

*Shtelma Olga, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine.*

УДК 504.064; 665.71

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.57099

**Калиновський А. Я.,  
Липовий В. О.,  
Титаренко А. В.**

## ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ РИЗИКІВ ПІД ЧАС РЕМОНТНИХ РОБІТ НА РЕЗЕРВУАРАХ З НАФТОПРОДУКТАМИ

Розглянуто задачу виявлення впливу чинників на техногенні ризики, які утворюються внаслідок проведення ремонтних робіт резервуарів із нафтопродуктами. Обґрунтовано залежність температури нафтозалишків під час гідромеханічного очищення резервуару із кількістю викидів в атмосферу. З використанням отриманих залежностей розраховано техногенні ризики ураження людей і забруднення довкілля на зазначених об'єктах та прилеглих територіях.

**Ключові слова:** техногенний ризик, забруднення довкілля, резервуар з нафтопродуктами, пробіт-функція, нафтозалишки.

### 1. Вступ

Як відомо, викиди та витіки небезпечних речовин внаслідок проведення ремонтних робіт з очищення внутрішніх технологічних поверхонь резервуарів із нафтопродуктами можуть призвести навіть до катастрофічного рівня збитків, шкоди довкіллю та життєвості людей.

У наукових дослідженнях, присвячених оцінюванню та управлінню техногенними, екологічними та іншими ризиками на промислових об'єктах, недостатню увагу

було приділено питанню забезпечення екологічної безпеки на потенційно небезпечних об'єктах з наявністю технологічних процесів, що пов'язані з проведенням регламентних робіт на резервуарах із нафтопродуктами.

Розв'язання науково-практичної задачі виявлення впливу чинників на техногенні ризики забруднення довкілля шкідливими речовинами, які утворюються внаслідок проведення ремонтних робіт на резервуарах із нафтопродуктами, є актуальним як наукове підґрунтя поліпшення стану забезпечення екологічної безпеки на небезпечних об'єктах і навколо них з наявністю техно-