

УДК 622.324:338.5

**Система математичних моделей дослідження перспектив функціонування і розвитку газової галузі в сучасних умовах / І.Ч. Лещенко // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – №3 (50). – С. 5–14.**

Для дослідження перспектив розвитку газової галузі запропоновано систему математичних моделей, яка враховує суттєві невизначеності зовнішніх та внутрішніх умов її функціонування, терміни експлуатації основного технологічного обладнання, обмеження на інвестиційні ресурси. Оптимізаційна математична модель розвитку газової галузі реалізована мовою моделювання MathProg, що дозволяє достатньо прозоро описати логіку математичної моделі, використовуючи бінарні змінні, що є достатньо проблематичним при використанні інших оптимізаторів. Встановлено, що застосування оптимізатора GLPK дозволяє розв'язувати задачі великої розмірності з бінарними змінними, до яких відноситься задача прогнозування функціонування і розвитку газової галузі, у прийнятних часових рамках.

*Ключові слова:* газова галузь, газотранспортна система, математична модель, бінарна змінна, математичне програмування.

УДК 620.9.002.8

**Удосконалена чотирьохрівнева методика прогнозування рівнів енергоспоживання з урахуванням структурних зрушень в економіці / Н.Ю. Майстренко // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3(50). – С. 15–22.**

В роботі розроблена удосконалена методика прогнозування рівнів енергоспоживання на чотирьох рівнях побудови економіки України, яка дозволяє визначити попит на паливно-енергетичні ресурси на будь-якому рівні структурування економіки. Вона є складовою частиною уточненого нормативного методу, що використовується в методах комплексного прогнозування для основних груп споживачів на різних ієрархічних рівнях побудови економіки з урахуванням потенціалів енергозбереження від структурних і технологічних зрушень в економіці.

*Ключові слова:* методика, попит, рівні споживання енергоресурсів, прогнозування, електрична енергія

УДК 620.92

**Повні енергетичні витрати на електроенергію, що виробляється енергетичними об'єктами / В.Д. Білодід // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3 (50). – С. 23–32.**

Запропоновані нові деталізовані методики визначення окремих значень повних енергетичних витрат у компоненти енергетичних установок та значень важливих констант для їх визначення, що дозволить більш точно та аргументовано визначити ефективність електростанцій за методологією повних енергетичних витрат. Визначення складових енерговитрат на створення (будівництво), експлуатацію та ліквідацію електростанцій здійснюється за формулами, які відрізняються від існуючих за ДСТУ 3682–98 в частині деталізації розрахунків, врахуванням на всіх етапах як прямих, так і опосередкованих витрат енергії.

*Ключові слова:* повні енергетичні витрати, показники ефективності, енергетичні об'єкти, електростанції.

УДК 622.23

**Прогнозування ефективності роботи вугільних шахт України / М.О. Перов, В.М. Макаров, М.М. Макортецький, І.Ю. Новицький // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3(50). – С. 33–40.**

Вугілля наразі є і буде в осяжному майбутньому залишатися основним паливним ресурсом для теплової та електричної генерації. Однак складні гірничо-геологічні умови залягання вугілля, зношеність шахтного обладнання, недостатні інвестиції в модернізацію шахт зумовлюють високу собівартість видобуваного вугілля, особливо на шахтах з державною формою власності. Дохід від реалізації продукції для переважної більшості вугільних підприємств не дозволяє відшкодувати витрати.

Стаття присвячена аналітичній оцінці техніко-еко-

номічного рівня роботи вугільних підприємств України, прогнозуванню собівартості вугільної продукції на основі побудови регресійних моделей та визначенню точок беззбиткової роботи підприємств вугільної галузі.

За результатами проведених досліджень зроблено висновок, що на підконтрольній Україні території ряд підприємств за умови впровадження на шахтах обладнання нового технічного рівня зможуть досягти максимальних обсягів видобутку і вийти на нульовий рівень рентабельної роботи вже в 2020 році.

*Ключові слова:* собівартість, рентабельність, виробнича потужність, видобуток вугілля, шахта.

УДК 644.1

**Оцінка ефективності функціонування локального ринку теплової енергії** / Дешко В.І., Замулко А.І., Карпенко Д.С. // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3(50). – С. 41–49.

В даній статті розглянуто технологічні принципи функціонування системи теплопостачання в Україні.

Визначено, що необхідність створення ринку теплової енергії можна обґрунтувати невирішеними проблемами в частині неповного використання надлишкових ресурсів та територіального потенціалу України, а також відсутністю конкурентних умов у сфері теплопостачання.

Метою роботи є визначення рівня ефективності теплопостачання при створенні локального ринку теплової енергії на основі імітаційної моделі при заданих обсягах споживання теплової енергії, кількості виробників в системі та обмежень в частині можливості входу в ринок.

У висновках визначено оптимальні умови функціонування ринку теплової енергії при визначених параметрах кількості виробників та об'єму споживання теплової енергії.

*Ключові слова:* ринок теплової енергії, система теплопостачання, модель, тариф на теплову енергію.

УДК 621.31

**Можливості впровадження електричних теплогенераторів в системах централізованого теплопостачання України** / В.О. Дерій // Проблеми загальної енергетики. – 2017. Вип. 3 (50). – С. 50–59.

У роботі проведено детальний аналіз статистичних показників та результатів енергетичних аудитів системам централізованого теплопостачання (СЦТ). Визначено їх внесок у теплозабезпечення міських поселень. Оцінено зрушення у структурі виробництва теплової енергії СЦТ та стан їх основного обладнання. Досліджено зміни попиту на теплову енергію СЦТ протягом 2005–2014 рр. та виявлено їх причини.

*Ключові слова:* система централізованого теплопостачання, котли, теплові мережі, центральні теплові пункти, теплова енергія, втрати.

УДК 621.3.11.22

**Підвищення економічних та екологічних показників електростанцій шляхом утилізації золошлакових відходів котлів котлов** / Л.О. Кесова, Г.В. Кравчук // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3(50). – С. 60–67.

В ЄС, США та ряді розвинутих країнах світу зола та шлак електростанцій розглядається як техногенна сировина для багатьох галузей промисловості. Системи пневмозолошлаковидалення є невід'ємною складовою технологічного процесу вугільних електростанцій з утилізацією відходів до 92%. В Україні застосовуються системи гідрозолошлаковидалення і, як наслідок, зола та шлак втрачають свої споживчі цінності щодо корисного використання, а їх накопичення на золовідвалах призводить до проблем землевідведення, забруднення ґрунту, водойм, атмосфери, запилення територій, можливості катастрофічного прориву огодження дамб. Надано рекомендації для українських електростанцій щодо вибору обладнання та технологій сухих способів видалення золи та шлаку, які отримали позитивну апробацію в світі.

*Ключові слова:* зола, шлак, відходи, системи пневмо- та гідрозолошлаковидалення, пневмо-

## РЕФЕРАТИ

---

транспорт, установки вакуумні, напірні, комбіновані, щільнофазні системи, насоси, повітрорудувні пристрої.

*УДК 536.24*

**Високоєфективна теплообмінна поверхня для плівкових процесів** / В.В. Дубровський // Проблеми загальної енергетики. – 2017. – Вип. 3 (50). – С. 68–73.

Пропонується для впровадження нова профільована поверхня зі сферичними лунками, яка характеризується високоєфективною тепловіддачею від стікаючої по ній плівки рідини до оточуючого повітря. Така поверхня може бути використана для теплообмінних апаратів контактного типу. Дані базуються на проведених експериментальних дослідженнях теплообміну фаз вода – повітря на поверхнях з лунками різного розміру. Знайдено оптимальні геометричні характеристики поверхні, на якій досягається найбільш інтенсивна тепловіддача від плівки рідини до повітря. Приведено узагальнюючі залежності, які дозволяють розрахувати ефективний коефіцієнт тепловіддачі, який відображає сумарний ефект теплообміну плівки води з повітрям за рахунок конвекції та випаровування рідини.

Наведено приклад використання теплообмінної поверхні у ролі зрошувача плівкових градирень, приведено перелік недоліків, що супроводжують типові енергетичні баштові плівкові градирні та приведено низку переваг профільованого зрошувача у порівнянні з гладким за ефективністю охолодження води.

*Ключові слова:* профільована поверхня, тепловіддача, плівкові процеси.

УДК 622.324:338.5

**Система математических моделей исследования перспектив функционирования и развития газовой отрасли в современных условиях** / И.Ч. Лещенко // Проблемы общей энергетики. – 2017. – №3 (50). – С. 5–14.

Для исследования перспектив развития газовой отрасли предложена система математических моделей, учитывающая существенные неопределенности внешних и внутренних условий ее функционирования, сроки эксплуатации основного технологического оборудования, ограничения на инвестиционные ресурсы. Оптимизационная математическая модель развития газовой отрасли реализована на языке моделирования MathProg, что позволяет достаточно прозрачно описать логику математической модели, используя бинарные переменные, что является достаточно проблематичным при использовании других оптимизаторов. Установлено, что применение оптимизатора GLPK позволяет решать задачи большой размерности с бинарными переменными, к которым относится задача прогнозирования функционирования и развития газовой отрасли, в приемлемых временных рамках.

*Ключевые слова:* газовая отрасль, газотранспортная система, математическая модель, бинарная переменная, математическое программирование.

УДК 620.9.002.8

**Усовершенствованная четырехуровневая методика прогнозирования уровней энергопотребления с учетом структурных сдвигов в экономике** / Н.Ю. Майстренко // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3 (50). – С. 15–22.

В работе разработана усовершенствованная методика прогнозирования уровней энергопотребления на четырех уровнях построения экономики Украины, которая позволяет определить спрос на топливно-энергетические ресурсы на любом уровне структурирования экономики. Она является составной частью уточненного нормативного метода, используемого в методах комплексного прогнозирования для основных групп потребите-

лей на различных иерархических уровнях построения экономики с учетом потенциалов энергосбережения от структурных и технологических сдвигов в экономике.

*Ключевые слова:* методика, спрос, уровни потребления энергоресурсов, прогнозирование, электрическая энергия

УДК 620.92

**Полные энергетические затраты на электроэнергию, вырабатываемую энергетическими объектами** / В.Д. Белодед // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 2(49). – С. 23–32.

Предложены новые детализированные методики определения отдельных значений полных энергетических затрат в компоненты энергетических установок и значений важных констант для их определения, что позволит более точно и аргументировано определять эффективность электростанций по методологии полных энергетических затрат. Определение составляющих энергозатрат на создание (строительство), эксплуатацию и ликвидацию электростанций осуществляется по формулам, отличающимся от существующих по ДСТУ 3682–98 в части детализации расчётов, учётом на всех этапах как прямых, так и косвенных затрат энергии.

*Ключевые слова:* полные энергетические затраты, показатели эффективности, энергетические объекты, электростанции.

УДК 622.23

**Прогнозирование эффективности работы угольных шахт Украины** / Н.А. Перов, В.М. Макаров, Н.Н. Макортецкий, И.Ю. Новицкий // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3(50). – С. 33–40.

Уголь в настоящем времени является и будет в обозримом будущем оставаться основным топливным ресурсом для тепловой и электрической генерации. Однако сложные горно-геологические условия залегания угля, изношенность шахтного оборудования, недостаточные инвестиции в

модернизацию шахт обуславливают высокую себестоимость добываемого угля, особенно на шахтах с государственной формой собственности. Доход от реализации продукции для подавляющего большинства угольных предприятий не позволяет компенсировать затраты.

Статья посвящена аналитической оценке технико-экономического уровня работы угольных предприятий Украины, прогнозированию себестоимости угольной продукции на основе построения регрессионных моделей и определению точек безубыточной работы предприятий угольной отрасли.

По результатам проведенных исследований сделан вывод, что на подконтрольной Украине территории ряд предприятий при условии внедрения на шахтах оборудования нового технического уровня могут достичь максимальных объемов добычи и выйти на нулевой уровень рентабельности уже в 2020 году.

*Ключевые слова:* себестоимость, рентабельность, производственная мощность, добыча угля, шахта.

УДК 644.1

**Оценка эффективности функционирования локального рынка тепловой энергии /** Дешко В.И., Замулко А.И., Карпенко Д.С. // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3 (50). – С. 41–49.

В данной статье рассмотрены технологические принципы функционирования системы теплоснабжения в Украине.

Определено, что необходимость создания рынка тепловой энергии можно обосновать нерешенными проблемами в части неполного использования избыточных ресурсов и территориального потенциала Украины, а также отсутствием конкурентных условий в сфере теплоснабжения.

Целью работы является определение уровня эффективности теплоснабжения при создании локального рынка тепловой энергии на основе имитационной модели при заданных объемах потребления тепловой энергии, количества производителей в системе и ограничений в части возможности входа в рынок.

В выводах определены оптимальные условия функционирования рынка тепловой энергии при

определенных параметрах количества производителей и объема потребления тепловой энергии.

*Ключевые слова:* рынок тепловой энергии, система теплоснабжения, модель, тариф на тепловую энергию.

УДК 621.31

**Возможности внедрения электрических теплогенераторов в системах централизованного теплоснабжения Украины /** В.А. Дерий // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3 (50). – С. 50–59.

В работе проведен детальный анализ статистических показателей и результатов энергетических аудитов системам централизованного теплоснабжения (СЦТ). Определено их вклад в теплообеспечение городских поселений. Оценены изменения в структуре производства тепловой энергии СЦТ и состояние их основного оборудования. Исследованы изменения спроса на тепловую энергию СЦТ на протяжении 2005–2014 гг. и определены их причины.

*Ключевые слова:* система централизованного теплоснабжения, котлы, тепловые сети, центральные тепловые пункты, тепловая энергия, потери.

УДК 621.3.11.22

**Повышение экономических и экологических показателей электростанций путем утилизации золошлаковых отходов котлов /** Л.А. Кесова, А.В. Кравчук // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3(50). – С. 60–67.

В ЕС, США и других развитых странах мира зола и шлак электростанций рассматриваются как техногенное сырье для многих отраслей промышленности. Системы пневмозолошлакоудаления являются неотъемлемой составной технологического процесса угольных электростанций с утилизацией отходов до 92%. В Украине применяются системы гидрозолошлакоудаления и, как следствие, зола и шлак теряет свои потребительские ценности относительно полезного использования, а их накопление на золоотвалах приводит к про-

блемам землеотвода, загрязнения грунта, водоемов, атмосферы, запыления территорий, возможности катастрофического прорыва ограждения дамб. Предоставлены рекомендации для украинских электростанций относительно выбора оборудования и технологий сухих способов удаления золы и шлака, которые получили положительную апробацию в мире.

*Ключевые слова:* зола, шлак, отходы, системы пневмо- и гидрозолошлакоудаления, пневмотранспорт, установки вакуумные, напорные, комбинированные, плотнофазные системы, насосы, воздухоудувные устройства.

УДК 536.24

**Высокоэффективная теплообменная поверхность для пленочных процессов** / В.В. Дубровский // Проблемы общей энергетики. – 2017. – Вып. 3 (50). – С. 68–73.

Предлагается для внедрения новая профилированная поверхность со сферическими лунками, которая характеризуется высокоэффективной теплоотдачей от стекающей по ней пленки жидкости к окружающему воздуху. Такая поверхность может быть использована для теплообменных аппаратов контактного типа. Данные базируются на проведенных экспериментальных исследованиях теплообмена фаз вода – воздух на поверхностях с лунками разного размера. Найдены оптимальные геометрические характеристики поверхности, на которой достигается наиболее интенсивная теплоотдача от пленки жидкости к воздуху. Приведены обобщающие зависимости, позволяющие рассчитать эффективный коэффициент теплоотдачи, который отображает суммарный эффект теплообмена пленки воды с воздухом за счет конвекции и испарения жидкости.

Приведен пример использования теплообменной поверхности в качестве оросителя пленочных градирен, приведен перечень недостатков, которые сопровождают типовые энергетические башенные пленочные градирни и приведен ряд преимуществ профилированного оросителя по сравнению с гладким по эффективности охлаждения воды.

*Ключевые слова:* профилированная поверхность, теплоотдача, пленочные процессы.

UDC 622.324:338.5

**A system of mathematical models for studying the prospects of functioning and development of gas industry under current conditions** / I.Ch. Leshchenko // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 5–14.

To study the prospects of development of the gas industry, we propose a system of mathematical models that takes into account the considerable uncertainties of external and internal conditions of its operation, the life time of main technological equipment, and constraints on investment resources. The optimization mathematical model of development of the gas industry is implemented in the modeling language MathProg, which enables one to describe the logic of mathematical model fairly transparently by using binary variables, which is quite problematic in the application of other optimizers. It is established that the use of GLPK optimizer enables one to solve large-scale problems with binary variables, which include the task of forecasting the functioning and development of gas industry within an acceptable time framework.

*Keywords:* gas industry, gas transportation system, mathematical model, binary variable, mathematical programming.

### References

1. Sait International Group of Liquefied Natural Gas Importers. URL: <http://www.giignl.org/lng-markets-trade-0>.
2. Bredshou, M. (2017). Hlobalnyi rynek SPH: Revoliutsiia v zamedlenom tempe. Opublikovano 15.09.2017. URL: [http://www.sakhalin-oil-gas.com/ru/blog/oil-gas-sakhalin-russia/post/id/7851\\_Глобальный-рынок-СПГ-Революция-в-замедленном-темпе-Майкл-Бредшоу-Профессор-глобальных-энергоресурсов-Бизнес-школа-Варвика-Великобритания](http://www.sakhalin-oil-gas.com/ru/blog/oil-gas-sakhalin-russia/post/id/7851_Глобальный-рынок-СПГ-Революция-в-замедленном-темпе-Майкл-Бредшоу-Профессор-глобальных-энергоресурсов-Бизнес-школа-Варвика-Великобритания) [in Russian].
3. IGU Releases 2017 Wholesale Gas Price Survey. July 5, 2017. URL: <https://www.igu.org/news/igu-releases-2017-wholesale-gas-price-survey>.
4. Rios-Mercado, R.Z., Borraz-Sanchez, C. (2015). Optimization problems in natural gas transportation systems: A state-of-the-art review. *Applied Energy*. 147, 536–555. URL: <http://yalma.fime.uanl.mx/~roger/ftp/paicyt-CE331->

15 / Products / papers \_ J C R / 2015%20apen%20reprint.pdf.

5. Plummer, J., Schreider, S., & McInnes, D. (2013). Optimisation modelling for gas supply in Eastern Australia. *20th International Congress on Modelling and Simulation, Adelaide, Australia, 1-6 December*. URL: [www.mssanz.org.au/modsim2013](http://www.mssanz.org.au/modsim2013).
6. Gunes, Ersin Fatih. (2013). Optimal design of a gas transmission network: A case study of the Turkish natural gas pipeline network system. *Graduate Theses and Dissertations*. Paper 13294. URL: <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4301&context=etd>.
7. Zheng, Q.P., Rebennack, S., Iliadis, N.A., & Pardalos, P.M. Optimization Models in The Natural Gas Industry. URL: <http://www.rebennack.net/files/papers/ZheReblliPar10.pdf>
8. Rusakova, V.V. (2010). Razrabotka nauchno-metodolohicheskikh osnov formirovaniia stratehii razvitiia hazovoi otrasli. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow [in Russian].
9. Kostyukovskiy, B.A., & Leshchenko, I.Ch. (2008). Gas industry development prognostication in the conditions of market and ecological limitations. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 2 (18), 24–28 [in Ukrainian].
10. Leshchenko, I.Ch. (2013). Evaluation of cost indices of the gas industry's technological objects under uncertain conditions of their functioning. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4 (35), 24–32 [in Ukrainian].
11. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 31.05.2017 № 365-r. Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia Rekonstruktsiia kompresornoj stantsii Romny mahistralnoho hazoprovodu Urenhoi–Pomary–Uzhhorod. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/365-2017-r/print1443425445586744> [in Ukrainian].
12. Pavlyk, V.V., Kontsur, Z.I., Vovk, I.M., & Dykhnilkin, V.V. (2012). Modernyzatsiia HTS. Sdelano v Ukrainy. *Mir Avtomatizatsii*, №3, 50–54 [in Russian].
13. GLPK Wikibook. URL: <https://en.wikibooks.org/wiki/GLPK>.
14. Modeling Language GNU MathProg. Language Reference for GLPK Version 4.45 (DRAFT, December 2010). URL: <http://cedric.cnam.fr/~porumbed/rcp104/doc.pdf>.

UDC 620.9.002.8

**Improved four-level methodology for forecasting the levels of energy consumption with regard for structural changes in the economy** /

N.Yu. Maistrenko // The Problems of General Energy. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 15–22.

In this work, we develop an advanced methodology for forecasting the values of energy consumption at four levels of the construction of Ukrainian economy, which enables one to determine the demand for fuel and energy resources at any level of economic structuring. It represents an integral part of the refined normative method used in the methods of complex forecasting for the main consumer groups at different hierarchical levels of economic construction with regard for the potential of energy saving from structural and technological changes in the economy.

*Key words:* methodology, demand, levels of energy consumption, forecasting, electric energy.

*References*

1. Kulyk, M.M., Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., Stanytsina, V.V., & Spitkovskiy, A.I. (2017). Application of the method of complex forecasting for the determination of long-term demand for energy resources. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 1 (48)*, 5–15 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005>
2. Maistrenko N.Yu., Sizonenko V.P. (2014). Replacing Economic Activities Classification System by calculations of fuel and power consumption levels. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 2 (37)*, 35–45 [in Ukrainian].
3. Maistrenko, N.Yu., & Malyarenko, O.Ye. (2015). Metodyka prohnozuvannya rivniv spozhyvannya enerhetychnykh resursiv u kharchovii promyslovosti z urakhuvanniam ekonomichnykh faktoriv popytu i propozytsii ta eksportnykh mozhlyvostei. *Rozvytok nationalnoi ekonomiky: teoriia i praktyka. Mat. mizhn. nauk.-prak. konf., 3-7 kvitnia 2015 r.* ( Ch.3, pp. 390–391). Ivano-Frankivsk: Prykarpatskyi nats. un-t im. V. Stefanyka [in Ukrainian].
4. Malyarenko, O.Ye., Maistrenko, N.Yu., & Stanytsina, V.V. (2016). Substantiation of the predictive volumes of energy saving potential in the enlarged sectors of economy with regard for technological and structural changes. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 4 (47)*, 58–67 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.058>.

UDC 620.92

**Total energy costs for electricity produced by power objects** / V.D. Bilodid // The Problems of

General Energy. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 23–32.

We have proposed new, detailed methods of determining some values of the total energy expenditures in components of power plants as well as important constants for their finding, which will enable one to determine more exactly and substantially the efficiency of power plants by the methodology of total energy expenditures. The determination of components of the energy expenditures for building, operation, and elimination of power plants is performed by formulas, which differ from existing ones by DSTU 3682-98 concerning the specification of calculations and taking into account direct and indirect expenditures at all stages.

*Key words:* total energy expenditures, parameters of efficiency, power plants.

*References*

1. Bilodid, V.D., Kuts, H.O., Syzonenko, V.P., Malyarenko O.Ye., Symborskyi, A.I., Tarasenko, P.V., & Stanytsina, V.V. (2009). Doslidzhennia zahalnykh tekhniko-ekonomichnykh kharakterystyk vykorystannia netradytsiinykh ta vidnovliuvanykh dzherel enerhii: zvit pro NDR (zakliuchn.). V.D. Bilodid (nauk. ker.). K.: Instytut zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy. DR №0107U001054. DO №0210U000162 [in Ukrainian].
2. Bilodid, V.D. (2012). Evaluation of the effectiveness of energy technologies by the methodology of determination of total energy costs. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy, 3 (30)*, 12–18 [in Ukrainian].
3. Zhuk, I.M. (Ed.). (2016). Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2015 rik. K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian].
4. Key World Energy Statistics 2012. Paris: IEA, 2012. 80 p.
5. Menshikov, V.F. (1998). Rossiya s atomnoi enerhetykoi ili bez neie. Rossiia v okruzhaiushchem mire: 1998 h.: analit. ezhehodnik. N.N. Moiseev, S.A. Stepanov (Eds.). Moscow: Mezhdunarodnyi nezavisimy ekoloho-politolohicheskii universitet [in Russian].
6. Bilodid, V.D., Kulyk, M.M., Malyarenko, O.Ye., Syzonenko, V.P., Stanytsina, V.V. et al. (2013). Rozrobka metodychnykh rekomendatsii dlia analizu ta spivstavlennia enerhoefektyvnykh tekhnolohii ta proektiv: zvit pro NDR (zakliuchn.) zghidno iz dohovorum № 10151236000 vid 07.12.12 z Minenerhovuhillia Ukrainy. V.D. Bilodid. (nauk. ker.). K.: Instytut zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy.



## ABSTRACTS

DR №0112U008382. DON№0214U001109 [in Ukrainian].

7. Rezultaty vykorystannia palyva, teploenerhii ta elektroenerhii za 2014 rik. (2015). K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian].

8. Transport i zv'iazok Ukrainy 2015: statystychnyi zbirnyk. (2015). K.: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [in Ukrainian].

9. Strategy of Ukraine for the period till 2030 by the Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine on 24 July 2013 No. 1071-r. [in Ukrainian].

10. Shurchkov, A.V., Beloded, V.D., Krupevich, T.H., & Vasilik, I.I. (1986). Matematicheskoe modelirovanie i tekhniko-ekonomicheskaiia optimizatsiia tekhnologicheskikh skhem heotermalnykh elektrostantsii s prinditelnoi tsirkulatsiei teplonositelia cherez pronitsaemye kollektora: otchet o NIR (promezh.). 13-ShB. Provesti issledovaniia tekhnologii izvlecheniia i ispolzovaniia heotermalnoi enerhii na opytnykh HeoTES i opytnykh sistemakh heotermalnogo teplosnabzheniia. A.V Shurchkov, V.D. Beloded (nauchn. ruk.). K.: Institut tekhnicheskoi teplofiziki AN USSR. 115 s. HR № 0186.0083866. Inv. № 0287.0051580 [in Russian].

UDK 622.23

**Forecasting the efficiency of work of coal mines in Ukraine** / M.O. Perov, V.M. Makarov, M.M. Makortetsyi, I.Yu. Novytskyi // The Problems of General Energy. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 33–40.

Coal is at present and will remain in visible future the main fuel resource for thermal and electric generation. However, the complex mining and geological conditions of coal occurrence in Ukraine, the deterioration of mine equipment, and insufficient investments in the modernization of mines lead to a high cost of coal mined, especially at mines with state ownership. The income from the sale of products for the predominant majority of coal enterprises does not enable them to compensate expenditures.

This article is devoted to the analytical assessment of technical-and-economic level of the work of coal enterprises in Ukraine, the forecasting of cost price of the coal products based on the construction of regression models, and the determination of break-even points of the coal industry enterprises.

Based on the results of performed investigations, we drew a conclusion that, in the territory under Ukraine's control, provided that equipment of the new technical level will be installed at a series of enter-

prises, they will be able to reach the maximal volumes of production and the zero profitability level already in 2020.

*Keywords:* price, profitability, production capacity, coal mining, mine.

### References

1. Dolzhnikova, A.P. (2009). Proizvodstvennaia funktsiia na osnove marzhinalnogo podkhoda – kachestvenno novaia model na mikroekonomicheskom urovne. Problemy hornogo dela i ekologii hornogo proizvodstva: *materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-pakticheskoi konferentsii (14–15 maia 2009, h. Antratsit)* (pp. 74–78). Donetsk: Nord-Press [in Russian].
2. Minko, E.V., Minko, A.E., & Smirnov, V.P. (2005). Kachestvo i konkurentosposobnost produktsii i protsesov. St. Petersburg: SPb HUAP [in Russian].
3. Satitskii, K.F., Dorokhov, D.V., Zborshchik, M.P., & Andrushko, V.F. (1981). Zadachnik po podzemnoi razrabotke uholnykh mestorozhdenii. Moscow: Nedra [in Russian].
4. Paleichuk, N.N., Kobzar, Yu.I., & Dolzhnikova, A.P. Otsenka tekhniko-ekonomicheskogo urovnia uholnykh shakht Ukrainy. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=sntdgtu\\_2013\\_40\\_11](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=sntdgtu_2013_40_11) [in Russian].
5. Pavlenko, I.I. Sebestoimost v otsenke ekonomicheskoi effektivnosti ubytochnykh uholnykh shakht Ukrainy. URL: [dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/2736/st\\_32\\_17.pdf](http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/2736/st_32_17.pdf) [in Russian].
6. Maidukov, H.L., Bolbat, V.N., Hrihoriuk, M.E., Maidukova, S.S., & Ponomarenko, S.V. Rentabelnost uholnoi produktcii: usloviia formirovaniia i innovatsionnyi potentsial. URL: [http://www.irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILA=&2\\_S21STR=econpr\\_2012\\_1-2\\_29](http://www.irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=econpr_2012_1-2_29) [in Russian].
7. Kravchenko, A.A., Veretelnaia, L.N., & Dumanskaia, E.A. Analiz sebestoimosti hotovoi uholnoi produktcii shakht Donbassa (na primere HP “DUEK”). URL: [ea.dgtu.donetsk.ua:8080/.../Тезисы%20УПР%20октябрь%202012.pdf](http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/.../Тезисы%20УПР%20октябрь%202012.pdf) [in Russian].

UDC 644.1

**Estimation of the efficiency of functioning of the**

**local market of heat energy** / V.I. Deshko, A.I. Zamulko, D.S. Karpenko // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 41–49.

In this article, we consider the technological principles of functioning of the heat supply system in Ukraine.

It is determined that the necessity of creating a heat energy market can be justified by unresolved problems concerning the incomplete use of surplus resources, the territorial potential of Ukraine, and the lack of competitive conditions in the heat supply sector.

The aim of our work is to determine the level of heat supply efficiency in creating a local market of energy based on a simulation model for given volumes of heat energy consumption, the number of producers in the system, and restrictions concerning the possibility of entering the market.

In conclusions, we determine the optimal conditions of functioning of the heat energy market for certain parameters of the number of producers and the volume of heat energy consumption.

*Key words:* heat energy market, heat supply system, model, tariff for thermal energy.

#### References

- Karpenko, D.S., & Deshko V.I. (2016). Pobudova efektyvnoi modeli rynku teplovoi enerhii v realiakh Ukrainy. *Enerhetyka ta elektryfikatsiia*, 2 (390), 8–23 [in Ukrainian].
- Pro teplopostachannia. Zakon Ukrainy vid 02.06.2005 № 2633-IV z potochnoi redaktsiieiu vid 01.01.2016 r. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2633-15/page> (Last accessed: 06.09.2017) [in Ukrainian].
- Semenov, V.H. Otsenka vozmozhnosti orhanizatsii konkurentsii v sistemakh teplosnabzheniia. URL: [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=316](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=316) (Last accessed: 15.08.2017) [in Russian].
- Liulchak, Z.S., Khteii, N.I., & Akimova, L.M. (2008). Zasady formuvannia konkurentnykh vidnosyn na rehionalnykh rynkakh teplovoi enerhii systemy tseentralizovanoho teplopostachannia. *Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politekhnika*, № 623, 137–142 [in Ukrainian].
- Heletukha, H.H. Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini. Perspektyvy vprovadzhennia konkurentnoho rynku teplovoi enerhii. URL: <http://uabio.org/img/files/Events/pdf/b4e-conf-geletukha-20-09-2016-ua.pdf> [in Ukrainian].
- Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., & Bashtovyi, A.I. (2016). Analiz modelei funktsionuvannia sektoru tseentralizovanoho teplopostachannia krain Yevropeiskoho Soiuzu. Chastyna 1. *Promyslova teplotekhnika*, Vol. 38. № 4. 63–70 [in Ukrainian].
- Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., & Bashtovyi A.I. (2016). Analiz modelei funktsionuvannia sektoru tseentralizovanoho teplopostachannia krain Yevropeiskoho Soiuzu. Chastyna 2. *Promyslova teplotekhnika*, Vol. 38. № 5. 78–85 [in Ukrainian].
- Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., & Bashtovyi A.I. (2016). Analiz taryfotvorennia u sektori tseentralizovanoho teplopostachannia krain Yevropeiskoho Soiuzu. Analitychna zapyska No 14 Bioenerhetychnoi asotsiatsii Ukrainy. URL: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-14-ua.pdf> (Last accessed: 07.09.2017) [in Ukrainian].
- Ziabkin, A.S. (2011). Rynok teplovoi enerhii i eho spetsyfika v klassicheskikh i sovremennykh kontseptsiakh rynochnykh otnoshenii. *BIZNES. OBRZOVANIE. PRAVO. Vestnik Volhogradskoho instituta biznesa*, № 3 (16) [in Russian].
- Semenov, V.H. (2002). Opyt Polshi v teplosnabzhenii – urok dlia Rossii. *Novosti teplosnabzheniia*, № 9 (25), sentiabr, 8–15 [in Russian].
- Bashmakov, Y.A., & Papushkin, V.N. (2005). Problemy teplosnabzheniia i neobkhodimost razrabotki programm razvitiia, modernizatsii i reabilitatsii sistem teplosnabzheniia. *Santekhnika, Otoplenie, Konditsionirovanie*, № 4, 56–62 [in Russian].
- Malafeev, V.A. (2004). K voprosu o edinom zakupshchike v teplosnabzhenii. Rossiiskoe teplosnabzhenie. *Novosti teplosnabzheniia*, № 11, 21–25 [in Russian].
- Papushkin, V.N. (2010). Radius teplosnabzheniia. Khorosho zabytoe staroe. *Novosti teplosnabzheniia*, № 9 (25), sentiabr, 44–49 [in Russian].
- Papushkin, V.N., Poliantsev, S.O., Shcherbakov, A.P., & Khrapkov, A.A. Metodika rascheta radiusa efektyvnogo teplosnabzheniia dlia skhem teplosnabzheniia. URL: [http://www.rosteplo.ru/Npb\\_files/npb\\_shablon.php?id=1601](http://www.rosteplo.ru/Npb_files/npb_shablon.php?id=1601) (Last accessed: 07.09.2017) [in Russian].
- Shevtsov, A.I., Barannik, V.O., Zemlianyi, M.H., & Riauzova, T.V. Stan ta perspektyvy reformuvannia systemy teplozabezpechennia v Ukraini. *Analitychna dopovid* [in Ukrainian].
- Brych, V., Fedirko, M., & Yanik, I. Orhanizatsiino-ekonomichni peredumovy reinzhenerirnhu biznes-protsesiv na rynku komunalnoi teploenerhetyky Ukrainy. *Visnyk Ternopilskoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu*, № 2, 7–19 [in Ukrainian].
- Demina, O.V. (2016). Rynki teplovoi enerhii: tendentsii prostranstvennoi orhanyzatsii. *Prostranstvennaia ekonomika*, № 4, 33–60 [in Russian].
- Havrikova, A.O. Kriticheskii analiz funktsionuvannia teplopostachannia krain Yevropeiskoho Soiuzu. Chastyna 1. *Promyslova teplotekhnika*, Vol. 38. № 4. 63–70 [in Ukrainian].

## ABSTRACTS

sioniruiushchei modeli enerhetycheskoho rynku Ukrainy. URL: [vestnik.kpi.kharkov.ua/files/vestnik/2011/39/2\\_39\\_2011.pdf](http://vestnik.kpi.kharkov.ua/files/vestnik/2011/39/2_39_2011.pdf) (Last accessed: 15.09.2017) [in Russian].

19. Dolmatov, I.A., Panova, M., & Drobysh, I. (2015). Analiz vozmozhnykh posledstviy i problem vnedreniia novoi modeli rynku teplovoi enerhii. *Enerhorynok*, № 3 (128), 57—66 [in Russian].

20. Robert S. Pyndaik, Deniel L. Rubinfeld. (2001). Mikroekonomika [in Russian].

UDC 621.31

**Possibilities of the introduction of electric heat-generators in district heating systems of Ukraine / V. Derii // The Problems of General Energy. – 2017. Issue 3 (50). – P. 50–59.**

This work is devoted to a detailed analysis of statistical parameters and results of the energy audits of district heating systems (DHS). Their contribution to the heat supply of urban settlements is determined. We also estimate changes in the structure of heat energy production of the DHS and the state of their main equipment. We analyze changes in the demand for thermal energy of the DHS for the period 2005–2014 and determine their causes.

*Key words:* centralized heat supply system, boilers, heat networks, central heating points, thermal energy, losses.

### References

1. Kulyk, M.M. (2014). Comparative Analysis of Technical and Economic Features of Kaniv PSPS and a Suite of Load-Controlled Consumers for Following Electrical Load Curves. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4 (39), 5—10 [in Ukrainian].
2. Kulyk, M.M. (2015). Techno-Economic Aspects of Using Consumers-Controllers in Automatic Frequency and Power Control Systems. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1 (40), 20—28 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2015.01.020>
3. Derii, V.O. (2014). Potential of thermal energy accumulation in district heating systems networks. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4 (39), 29—33 [in English].
4. Kulyk, M.M., Kuts, G.O., & Bilodid, V.D. (2006). An analysis of status and development of thermal sup-

- ply systems in Ukraine. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 1 (40), 13—24 [in Ukrainian].
5. Kuts, G.A. (2010). Analysis of development of heat-generating sources of the heat supply systems in Ukraine for 2000–2007. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 2 (22), 31—38 [in Ukrainian].
6. Bilodid, V.D., & Kuts, G.A. (2012). Analysis of the state of Ukraine's heat supply system and the heat-generating sources for 2007–2010. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky - The Problems of General Energy*, 4 (31), 29—37 [in Ukrainian].
7. Pro osnovni pokaznyky roboty opaliuvalnykh kotelen i teplovykh mrezh v Ukraini: statystychni biuleteni za 2005–2014 rr. K: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy.
8. Heat district network Vinnytsia. Identification mission. SECO State Secretariat for Economic Affairs Effingerstrasse 31 CH-3003 Bern, October 2010.
9. European Bank for Reconstruction and Development Ukraine District Heating Project Preparation Framework Feasibility Study For Ternopil District Heating – TCS ID: 32275 August 2011.
10. Zvit z enerhetychnoho audytu mrezh systemy tsentralizovanoho teplopostachannia m. Ivano-Frankivska. K: Ahentstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2007.
11. Zvit z enerhetychnoho audytu system rozpodilu teplovoi enerhii m. Kharkova. K: Ahentstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2003.
12. Zvit z enerhetychnoho audytu mahistralnykh mrezh systemy tsentralizovanoho teplopostachannia KP "KhTM". K: Ahentstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2008.
13. Zvit z enerhetychnoho audytu mrezh systemy tsentralizovanoho teplopostachannia KP RMR "Teplotransservis" TA KTP RMR "Komunenerhiia", m. Rivne. K: Ahentstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2008.
14. Zahalnyi vysnovok enerhetychnoho audytu systemy tsentralizovanoho teplopostachannia m. Zvenyhorodka. K: Ahentstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2010.

UDC 662.613.1:621.311.22

**Increase in the economic and ecological parameters of power plants by means of utilization of the ash-slag waste of boilers / L.O. Kesova, G.V. Kravchuk // The Problems of General Energy. – 2017. – Issue 3(50). – P. 60–67.**

In the EU, USA, and a series of developed coun-

tries of the world, the ash and slag of power plants are considered as technogenic raw materials for many branches of industry. The systems of pneumatic ash and slag removal are an integral part of the technological process of coal-fired power plants and usually provide up to 92% of their utilization. In Ukraine, the systems of hydraulic ash and slag removal are applied, and, as a consequence, ash and slag lose their consumer value for using in industry. In addition, their accumulation in ash dumps leads to land allotment problems, the pollution of soil, ponds, and atmosphere, the dust loading of territories, and the possibility of catastrophic breakthrough of dams. We give recommendations for Ukrainian power plants regarding the choice of equipment and technologies for dry methods of ash and slag removal, which have obtained a positive verification in the world.

*Key words:* ash, slag, wastes, systems of pneu- mo- and hydraulic ash and slag removal, pneumatic transportation, vacuum installations, pressure instal- lations, combined installations, dense-phase systems, pumps, blowers.

#### References

1. Directive 2001/80/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants. Official Journal of the European Communities, L 309/1, 27.11.2001.
2. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). OJ L 334, 17.12.2010, p. 17.
3. Savytskyi, O.V. (2014). Ohliad teplovoi enerhetyky Ukrainy. *Natsionalnyi ekolohichnyi tsentr Ukrainy*. URL: [http:// www.necu.org.ua](http://www.necu.org.ua) (Last accessed: 05.03.2017) [in Ukrainian].
4. Zdanovskiy, V. (2013). Hlobalnye problemy ener- hetiki. Kak nam ikh reshit? Teplovaia enerhetika Ukrainy dolzhna byt bezopasnoi. *Denhi, ekonomich- eskaia bezopasnost*, № 21 (118), 9 [in Russian].
5. Osnovni napravleniia derzhavnoi polityky Ukrainy v haluzi okhorony dovkillia, vykorystannia pryrodnykh resursiv ta zabezpechennia ekolohichnoi bezpeky (postanova Verkhovnoi Rady Ukrainy № 188/98-VR vid 05.03.98) [in Ukrainian].
6. Zoloshlaky DTEK – produkt, a ne vidkhody. SKM. URL: [http://www.sustainability.scm.com.ua/uk/about\\_scm/.../84/](http://www.sustainability.scm.com.ua/uk/about_scm/.../84/) (Last accessed: 03.03.2017) [in Ukrainian].
7. The Use and Disposal of Coal Combustion By- Products at Coal Mines: A Technical Interactive Forum. Morgantown, West Virginia, (2000). p. 290. URL:<https://www.osmre.gov/resources/library/proceedings/2000UseDisposalCCBCoalMinesForum.pdf> (Last accessed: 17.04.2017)
8. Aharval, V.K. (2009). Tekhnolohii udaleniia letuchei zoly TES v Indii. *Zoloshlaki TES: udalenie, transport, pererabotka, skladirovanie*. Sb. nauchn. rabot 2-oi Mezhdunar. nauch-prakt. seminar. (Moscow, 23-24 apr. 2009). Moscow. 2009. S. 95—100 [in Russian].
9. Havrilov, E.I. (1987). Toplivno-Transportnoe khozi- aistvo i zoloshlakoudalenie na TES. Moscow: Enerhoatomizdat. S. 149—154 [in Russian].
10. Urban, Ya. (1967). Pnevmaticheskii transport. Moscow: Mashinostroenie, 256 s. [in Russian].
11. Kataloh produktsii. URL:<http://www.flsmidth.com/ru-ru/> (Last accessed: 17.04.2017) [in Russian].
12. Sait Ukrelektroservis. URL: <http://www.ukrelektroservis.com.ua/> (Last accessed: 17.04.2017) [in Russian].
13. Opyt vnedreniia sistem sukhoho zoloudaleniia OOO Kvarts Hrupp. URL: [https:// www.quartz-group.ru](https://www.quartz-group.ru). (Last accessed: 05.08.2017) [in Russian].
14. Kloni, M., & Kolomiets, Yu. (2009). Primenenie tekhnolohii pnevmotransportirovaniia zoloshlakov ot enerhoblokov moshchnosti 300 i 500 MVt uholnykh elektrostantsii. *Zoloshlaki TES: udalenie, transport, pererabotka, skladirovanie*. Sb. nauchn. rabot 2-oi Mezhdunar. nauch-prakt. seminar. (Moscow, 23-24 apr. 2009) (pp. 101—103) [in Russian].
15. Tipy pnevmatransportnykh sistem: osobennosti. Produkty Clyde Bergemann Group. Prezentatsiia 12.2005. URL : <https://www.cbpg.com/ru/produkty-iresenia/transportirovka-materialov/sistemy-slakaudalenia/sistemy-suhogo-slakoudalenia-0> (Last accessed: 06.09.2017) [in Russian].
16. Angela Neville. (2011). The Better Environmental Option: Dry Ash Conversion Technology. URL : <http://www.powermag.com/the-better-environmental-option-dry-ash-conversion-technology/> (Last accessed: 10.11.2016).
17. United Conveyor Corporation. URL: <http://united-conveyor.com/> (Last accessed: 12.09.2017).
18. Dry Bjtton Ash Handling Options & New Technology. World Ash Conference 2009 in Lexington. KY, USA. URL: <http://www.flyash.info/2009/Charhut-WOCA2009-plenary.pdf> (Last accessed: 12.11.2016).
19. Alan Bullock. (2010). Ash handling: Why dry bot- toms are better than wet bottoms. Clyde Bergemann, UK, *Power Engineering International*. URL: [http://www.powerengineeringint.com/articles/print/vol- ume-18/issue-5/features/ash-handling-why-dry-bot- toms-are-better-than-wet-bottoms.html](http://www.powerengineeringint.com/articles/print/volume-18/issue-5/features/ash-handling-why-dry-bot-toms-are-better-than-wet-bottoms.html) (Last accessed: 13.11.2016).
20. Ufimtsev, V.M., Kapustin, F.L. et al. (2013). Aktivnoe rasshirenie ispolzovaniia zoloshlakov

## ABSTRACTS

teplovykh elektrostantsii. *Enerhetik*, № 7. 25—28.

21. Radovenchik, V.M., & Homelia, M.D. (2010). Tverdi vidkhody: zbir, pererobka, skladuvannia. Kyiv: Kondor.

22. Kompaniia Magaldi Power S.p.A. Italiia. URL: <http://www.power-technology.com/contractors/materials/magaldigroup/> (Last accessed: 15.09.2017).

23. Kuzmin, A.H., Koppola, D., Polovinchikov, H.V., & Serant, M.D. (2013). Ekolohicheskie resheniia dlia rossiiskikh uholnykh TES: v Sibiri vnedriaetsia krupneishaia sistema shlakoudaleniiia. *Elektricheskie stantsii*, № 9, 38—39 [in Russian].

24. Kesova, L.O., & Kravchuk, H.V. (2013). Problemy ta shliakhy utylizatsii zoloshlakovykh vidkhodiv TES. *Novyny enerhetyky*, № 4. 15—20 [in Ukrainian].

UDC 536.24

**High-efficiency heat-exchange surface for film processes** / V.V. Dubrovskiy // *The Problems of General Energy*. – 2017. – Issue 3 (50). – P. 68–73.

We have proposed to introduce a new profiled surface with spherical dimples, which is characterized by a high-efficiency heat transfer from a flowing down liquid film to surrounding air. Such a surface can be used for heat exchangers of contact type. The characteristics of such surfaces are based on our experimental studies of the heat exchange between water and air phases on surfaces with dimples of different sizes. We have found the optimal geometric characteristics of surface where the most intense heat transfer from a liquid film to air is achieved. We have derived generalized dependences that enable one to calculate the effective coefficient of heat transfer taking into account the total effect of heat exchange of a water film to air due to convection and liquid evaporation.

We present an example of the use of heat-exchange surface as a sprinkler for film cooling towers, a list of the drawbacks accompanying typical energy cooling towers, and a series of advantages of a profiled sprinkler as compared with a smooth one as to their cooling efficiency.

*Key words*: profiled surface, heat transfer, film processes.

### References

1. Dubrovskiy, V.V., Podvysotskiy, A.M., & Shraiber, A.A. (2009). Experimental study of heat transfer of a fluid film flowing along a profiled surface with air. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 19, 39—45 [in Russian].
2. Dubrovskiy, V.V., & Podvysotskiy, A.M. (2011). Possibilities for increasing the efficiency of film cooling towers when using sprinklers with a profiled surface. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 1(24), 40—45 [in Ukrainian].
3. Leontiev, A.I., & Olimpiev, V.V. (2011). Thermophysics and heat engineering of promising heat exchange intensifiers (review). *Power engineering. RAS (News of the Academy of Sciences)*, 1 [in Russian].
4. Dubrovskiy, V.V., Podvysotskiy, O.M., Gryshuk, M.S., & Nedilko, A.P. (2014). Heat transfer on profiled surfaces of industrial film-type cooling towers. *Problemy Zahal'noi Enerhetyky – The Problems of General Energy*, 3 (38), 50—56 [in Ukrainian].
5. Shraiber, A.A., Dubrovskiy, V.V., & Podvysotskiy, A.M. (2010). Generalization of experimental data on the heat transfer of a liquid film, flowing over plane and profiled surfaces, with air. *Industrial heat engineering. Vol. 32, 4*. 21—27 [in Russian].
6. Ponomarenko, V.S., & Arefiev, Yu.I. (1998). Cooling towers of industrial and power enterprises. *Moscow. Energoatomizdat*. 372 s [in Russian].