

2011

# СУЧАСНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ

Збірник матеріалів І регіональної  
науково-практичної конференції

Красноармійськ, КІІ ДонНТУ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ**

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА  
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОЄМНИХ  
ВИРОБНИЦТВ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ  
І регіональної науково-практичної конференції**

**28 квітня 2011 р.**

**Красноармійськ - 2011**

**УДК 622.23**

**Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв. Збірник матеріалів І регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДонНТУ, 28 травня 2011 р. – Донецьк: ТОВ «Норд Компьютер», 2011. – 500 с.**

У збірнику представлені праці учасників І регіональної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв», яку провела кафедра електромеханіки і автоматики Красноармійського індустріального інституту. Основні напрямки роботи конференції — гірнича механіка, електрообладнання та енергопостачання сучасних енергоємних виробництв, геометричне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ, процесів і технологій, геомеханічні проблеми розробки корисних копалин та охорона праці, економічні та соціальні аспекти життєдіяльності промислових регіонів.

**Відповідальний редактор збірника Батрак В. В.**

*Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.*

**© Красноармійськ, КІІ ДонНТУ, 2011**

## ЗМІСТ

<b>ВІТАЛЬНЕ СЛОВО .....</b>	<b>12</b>
<b>ГІРНИЧА МЕХАНІКА, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ .....</b>	<b>14</b>
БАБЕНКО М.О., асистент (КПДонНТУ) ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОГО РЕДУКТОРОБУДУВАННЯ. ....	14
БОГАТЫРЬ Д.О. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) ДОПУСТИМАЯ ВЫСОТА ВСАСЫВАНИЯ НАСОСА,КАВИТАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ.....	16
ВЕЛИКОЦКИЙ А.Д. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТРУЙНОГО НАСОСА .....	20
ГАНЗА А.И. ст. пр. КИИДонНТУ ГЛУШАК О.В. ст. гр. ЭМО-07 КИИ ДонНТУ КОЭФФИЦИЕНТЫ НАГРУЗКИ .....	24
ГАНЗА А.И. ст. викл. каф. ЕМА КП ДонНТУ, ЛАЗАРЕНКО А. В. ст. гр. ЕМК-10с СМАЗКА ШАХТНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ: ТРАНСМИССИОННЫЕ МАСЛА, МАСЛА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ, ПЛАСТИЧЕСКИЕ СМАЗКИ .....	30
ГАНЗА А.И., ст. пр. КИИДонНТУ; Шведченко С.С., ст. гр.ЕМО-07. МАТЕРИАЛЫ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС И СПОСОБЫ ИХ УПРОЧНЕНИЯ .....	34
ГАНЗА А.И. ст. пр. КИИДонНТУ, Свичкарь Т.С. ст. гр. ЭМО-07 КИИ Дон НТУ. ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ.....	37
ГАНЗА А.И. ст. викл. каф. ЕМА КП ДонНТУ, Вакарев І. С. ст. гр. ЕМО-10с. ПОЛОЖЕНИЕ О СИСТЕМЕ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЕВ ШАХТЫ .....	38
ГЛУШАК О.В., СВИЧКАРЬ Т.С., ст-ки гр. ЕМО-07; БАТРАК В.В., асс. каф. ЕМА (КИИ ДонНТУ) О БЕЗОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ В ПОДЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ПАО «ШУ «ПОКРОВСКОЕ».....	44
ГОРЯЧЕВА Т.В., старший викладач, БАБЕНКО Є. Г., студент (КПДонНТУ) ВИКОРИСТАННЯ АНАЛОГОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯПРОЦЕСІВ ДИНАМІКИМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ.....	48
ВИРИЧ С.А., доцент, к.т.н.,ДИДОВИЧ Н.В., магистр, КОЗЛОВ А.А., магистр. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КРАМЕРА ПРИ РАСЧЁТЕ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ.....	51
ДОРОФЁСВ Б.В, ТРИЛЛЕР Є.А.. к.т.н, ПЕТЕЛІН Е.А., к.т.н (КП ДонНТУ) ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	54
КАЛИНИЧЕНКО В.В., КРИЛОВ А.О. (КП ДонНТУ) ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ПРОХІДНИЦЬКОЇ ДІЛЬНИЦІ ШАХТИ .....	60
КАЛИНИЧЕНКО В.В., БЄЛИХ М.С. (КП ДонНТУ) ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ВИДОБУВНОЇ ДІЛЬНИЦІ ШАХТИ .....	66
КАЛИНИЧЕНКО В.В., ДИМАРЧУК О.І. (КП ДонНТУ) ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТИПУ 2ЭКВЭ-4-200 У5 ДЛЯ ОЧИСНИХ КОМБАЙНІВ РКУ-13.....	72
КОНДРАТЕНКО В.Г., ВОРОНОВ А.Г.(КИИДонНТУ) СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РАБОТЫ РАЗГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ШАХТНЫХ НАСОСОВ ЦНС 300-120...600 .....	76
КОНДРАТЕНКО В.Г., КОЗЛОВ А.А. (КИИ ДонНТУ) АНАЛИЗ РАБОТЫ ГЛАВНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК УГОЛЬНЫХ ШАХТ .....	79
КУШНИР У.Л. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО РЕЖИМА НАСОСОВ.....	81
ЛИСЕНКО В.А. (КП ДонНТУ) СУЧАСНИЙ СТАН ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕКИ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ.....	84

МАРЕНИЧ К.М., к.т.н.; КОВАЛЬОВА І.В. (ДонНТУ) ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПУ АВТОМАТИЧНОГО СИНХРОННОГО ДВОБІЧНОГО ЗНЕСТРУМЛЕННЯ МІСЦЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В КАБЕЛІ ШАХТНОЇ ДІЛЬНИЧНОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ .....	90
ПРИЙМАК А.С. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКОВОГО АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ ЗАЛИВКИ НАСОСОВ ВОДОЙ ПЕРЕД ПУСКОМ.....	92
РОТКО М.О., студ., НЕМЦЕВ Е.М. ст.викл. (КП ДонНТУ) ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ОПОРІВ РУХУ НА КРОК УСТАНОВКИ РОЛИКООПОР СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА .....	95
СКОРОБОГАТОВА И.В., асс. (ДонНТУ) СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ ЗАГОТОВКИ В МЕТОДИЧЕСКОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ.....	100
ТРИЛЛЕР Е.А., к.т.н.; БАТРАК В.В.; БОГАТЫРЬ Д.О. студент гр. ЕМО-07(КИИ ДонНТУ) РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАСТЕРСКИХ ПАО «ШУ «ПОКРОВСКОЕ».....	103
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; АЛТУХОВА Т.В. инж. (КИИ ДонНТУ) ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ В КАЧЕСТВЕ БУСТЕРОВ К ОСНОВНЫМ НАСОСНЫМ АГРЕГАТАМ .....	107
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; НАДЕЕВ Е.И. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) КОМПЛЕКТУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА СТРУЙНЫХ НАСОСОВ.....	112
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; АЛТУХОВА Т.В. инж.(КИИ ДонНТУ) ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ ШАХТ .....	116
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; ДИДОВИЧ Н.В. магистр(КИИ ДонНТУ) ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗВОДКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВКАХ .....	120
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; АЛТУХОВА Т.В. инж. (КИИ ДонНТУ) ОБОСНОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЯ УКЛОНА ДНА СМЫВАЮЩЕГОСЯ ВОДОСБОРНИКА .....	124
ТРИЛЛЕР Е.А., ПЕТЕЛИН Э.А., НАДЕЕВ Е.И. (КИИ ДонНТУ) ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН .....	127
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; АЛТУХОВА Т.В. инж.(КИИ ДонНТУ) ОПЫТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГЛАВНОГО ВОДООТЛИВА ШАХТЫ «КРАСНОЛИМАНСКАЯ» .....	130
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; ДИДОВИЧ Н.В. магистр(КИИ ДонНТУ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО СТВОЛА ПАО «ШУ «ПОКРОВСКОЕ».....	134
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; НАДЕЕВ Е.И. ст.преп. ( КИИ ДонНТУ) СТРУЙНЫЙ НАСОС КАК СРЕДСТВО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВОДООТЛИВА И ОЧИСТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЕМКОСТЕЙ.....	139
ТРИЛЛЕР Е.А. доц. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. доц. к.т.н. (КИИ ДонНТУ) РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВОДООТЛИВА СОШТРЕКОВ 3-Й ЮЖНОЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПАНЕЛИ БЛОКА 8 ПАО «ШУ «ПОКРОВСКОЕ».....	142
ТРИЛЛЕР Е.А. к.т.н.; ПЕТЕЛИН Э.А. к.т.н.; НАДЕЕВ Е.И. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ В УСЛОВИЯХ ПАО «ШУ «ПОКРОВСКОЕ».....	146
ХОРОШУН С.С. студ., НЕМЦЕВ Э.Н. ст.преп. (КИИ ДонНТУ) КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕКЦИОННЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ .....	150
ВИРИЧ С.А., доцент, к.т.н. ХОРУНЖИЙ Д.П., магистр, А.Г. ВОРОНОВ, магистр (КП ДонНТУ) ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ .....	153
ХОРУНЖИЙ Д.П., ТРИЛЛЕР Е.А., к.т.н, ПЕТЕЛИН Э.А., к.т.н (КП ДонНТУ) МІСЦЕ КОГЕНЕРАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЮЧИХ ПІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	155
ЧЕРНЫШЕВ В.И., КОРОЛЁВ А.И. (КИИ ДонНТУ) АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ .....	161

преобразования

$$\begin{aligned} U_{BX}(s) &= (L \cdot s + R) \cdot \left( C \cdot s + \frac{1}{R_{НАГР}} \right) \cdot U_{ВВХ}(s) + U_{ВВХ}(s), \\ U_{BX}(s) &= \left( (L \cdot s + R) \cdot \left( C \cdot s + \frac{1}{R_{НАГР}} \right) + 1 \right) \cdot U_{ВВХ}(s). \end{aligned} \quad (7)$$

Операторной передаточной функцией ФНЧ  $W(s)$  называется отношение изображения выходного сигнала  $U_{ВВХ}(s)$  ко входному  $U_{BX}(s)$

$$W(s) = \frac{U_{ВВХ}(s)}{U_{BX}(s)}. \quad (8)$$

С учётом 8 и 7 запишем выражение для операторной передаточной функции ФНЧ

$$W(s) = \frac{1}{(L \cdot s + R) \cdot \left( C \cdot s + \frac{1}{R_{НАГР}} \right) + 1}. \quad (9)$$

Применение пакета MathCAD позволяет легко моделировать операторную передаточную функции ФНЧ (9) при различных параметрах.

*Список использованной литературы*

4. В.Ю.Клепко, В.Л.Голец „Вища математика в прикладах і задачах” К. 2006.
5. Д.Письменный «Конспект лекций по высшей математике» ч. 1,2. М., 2006
6. [www.mathcad.ru](http://www.mathcad.ru)

УДК 620.9

ХОРУНЖИЙ Д.П., ТРИЛЛЕР Є.А., к.т.н, ПЕТЕЛІН Е.А., к.т.н (КП ДонНТУ)  
**МІСЦЕ КОГЕНЕРАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЮЧИХ  
ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Розглянуто сучасне становище вугільної галузі України з точки зору енергозбереження, енергозабезпечення гірничих підприємств та вплив їхньої діяльності на навколишнє середовище. Визначено місце і роль когенерації й тригенерації в системі енергозабезпечення діючих гірничих підприємств.*

В умовах дефіциту і збільшення вартості енергоресурсів, зростання об'ємів виробництва все більш актуальною стає проблема енергозбереження

У сучасних умовах питання ефективного використання електричної і теплової енергії, коли можливості екстенсивного використання енергоресурсів стають все більш обмеженими, ефективне використання їх в промисловості є важливим завданням, яке слід вирішувати.

Енергетична стратегія України до 2030 р., включає прогноз динаміки макроекономічних показників на довгострокову перспективу та пов'язаний з ним прогноз споживання первинних енергетичних ресурсів, що враховує радикальні зміни цінової ситуації на енергетичних ринках і необхідність розв'язання проблеми енергетичної безпеки країни. Енергетична стратегія передбачає розширення використання вітчизняної паливної бази (насамперед родовищ кам'яного вугілля й урану), скорочення імпорту природного газу та всіляку інтенсифікацію процесів енергозбереження на основі підвищення енергоефективності виробництва.

Стратегічною метою розвитку економіки України є формування високоефективної й високотехнологічної держави. Прогноз динаміки промислового

виробництва в Україні наведений на рис.1 [2].

На даний час у світовій енергетиці, і в тому числі в Україні, простежується стійка тенденція до збільшення виробництва та споживання енергії. Рівень тарифів на електроенергію та природний газ в Україні зростатиме. Навіть з урахуванням значних структурних змін в промисловості й переходом на енергозберігаючі технології, потреби в тепло- і електроенергії в найближчі десятиліття збільшуватимуться.

Функціонування й розвиток паливно-енергетичного комплексу України в значній мірі визначається станом і розвитком вугільної промисловості. Це твердження базується на аналізі структури запасів органічного палива країни, де вугілля становить 95,4%, і потреби в якому в єдиних технологічних ланках «вугілля-енергетика» і «вугілля-кокс-метал» зростають [3].

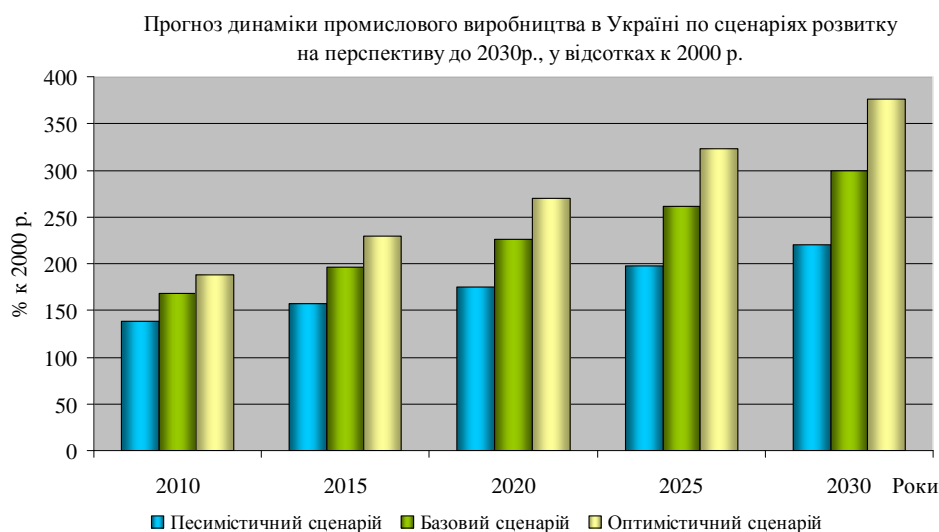


Рисунок 1 - Прогноз динаміки промислового виробництва в Україні

На сьогоднішній день питома вага вугільної продукції в структурі споживання первинних енергоресурсів становить більше 20% (44 млн. т умовного палива) [4]. Причому в найближчі роки потреба національної економіки в нарощуванні видобутку й споживанні вугілля буде лише зростати. Це обумовлюють тенденції останніх років, пов'язані з наближенням цін на імпортований Україною природний газ до середньоєвропейського рівня, а також з інтенсивним розвитком вітчизняної металургії й електроенергетики, які ініціюють зростання попиту відповідно на коксівне вугілля й вугілля для енергетичних потреб.

Слід підкреслити, що вітчизняний шахтний фонд – один із найбільш важких. Це обумовлено надзвичайно складними гірничо-геологічними умовами діяльності вуглевидобувних підприємств України. Так, на 73 вітчизняних шахтах у т.ч. 65 шахтах, що перебувають у підпорядкуванні Міністерства вугільної промисловості України, глибина ведення гірничих робіт досягає 750 м, а на 36 шахтах вона перевищує 1000-1300 м [4]. Температура гірничих порід на освоєних глибинах у середньому становить 42-45°C. Вугільні пласти, які відробляються українськими гірниками, - малопотужні, у середньому - 1 метр. Однак найбільша складність гірничо-геологічних умов полягає в тому, що переважна частина вугільних пластів небезпечна при видобутку вугілля. В Україні 90% діючих шахт характеризуються високим ризиком видобутку вугілля через підвищений вміст метану. На 60% шахт існують високі ризики вибухів вугільному пилу.

В той же час, стан енергоємності ВВП України близький до критичного. Дані про стан енергоємності ВВП за інформацією Міжнародного енергетичного агентства, на

початок XXI століття наведені на рис.2

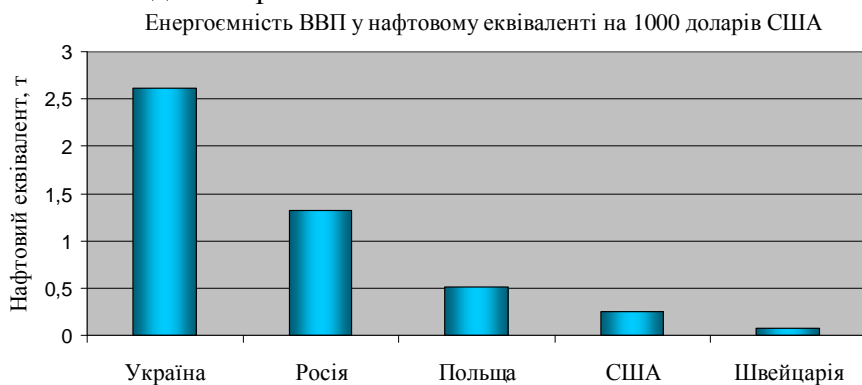


Рисунок 2 - Стан енергоємності ВВП

І хоча останні кілька років спостерігається тенденція до зниження енергоємності ВВП України, її рівень в 3-5 разів перевищує рівень розвинутих держав. Останніми роками споживання електричної енергії галузями національної економіки складало близько 165 млрд. кВт·год, що менше аналогічного показника 2007 р. Це відбулося, переважно, за рахунок зменшення обсягу споживання електричної енергії металургійною (на 9,4%), хімічною й нафтохімічною промисловістю (на 10,5%) [7]. За останнє десятиліття споживання тепла в Україні скоротилося на 45%, переважно через скорочення обсягів матеріального виробництва. В загальній структурі споживання цього енергетичного ресурсу доля промисловості складає - 35,4% [4].

Як відомо, з метою забезпечення підвищеного рівня безпеки у високопродуктивних очисних вибоях шахт Донбасу використовують дегазацію вугільних пластів, що дозволяє суттєво знизити виділення метану й збільшити продуктивність виймальних машин. За даними Міністерства палива й енергетики, українськими шахтами щорічно в атмосферу викидається близько 1 млрд. м<sup>3</sup> метану на рік, що відповідає 18,4 тис. т/рік CO<sub>2</sub> екв. Системами шахтної дегазації каптовано у 2006 році 258,15 млн. м<sup>3</sup> метану (13% від загального обсягу), з яких лише 79 млн. м<sup>3</sup> було утилізовано. Крім того, лише на 10 з 28 шахт метан утилізований за допомогою відкачувальних систем, що використовується для власних потреб у якості пального для генерації тепла у котлах [8].

З іншого боку, останнім часом набула актуальності проблема впливу метану на глобальне потепління. Відповідно до Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату, метан належить до числа газів, які, на думку фахівців, сприяють створенню парникового ефекту, тобто втриманню тепла в атмосфері Землі. Відомо, що метан у 21 раз тепліше за вуглекислий газ, а період його розпаду в атмосфері змінюється протягом 3,5 - 11 років, він ефективно поглинає інфрачервоне випромінювання, що призводить до зміни клімату Землі.

Як зазначає академік НАН України А. Булат, за деякими оцінками, загальні світові ресурси метану вугільних родовищ становлять від 93,4 до 285,2 трлн. м<sup>3</sup>. Україна за ресурсами вугільного метану посідає четверте місце у світі після Китаю, Росії та Канади, випереджаючи навіть США. Наші ресурси оцінюються у 12 трлн. м<sup>3</sup> метану, що у 3—3,5 раза перевищує запаси природного газу. Але, як вказує А. Булат, ці дані є дуже суперечливими, оскільки не існує, на сьогодні, єдиної думки про те, що вважати ресурсами метану, які дані можна було б розглядати як базові і надалі використовувати для інженерних розрахунків та проектування.

За джерелами викидів метану в Україні вугільна галузь займає друге місце після нафтогазової галузі, викиди якої складають 22% від загальної кількості [9]. Структура джерел викидів метану у вугільній галузі представлена на рис. 3.



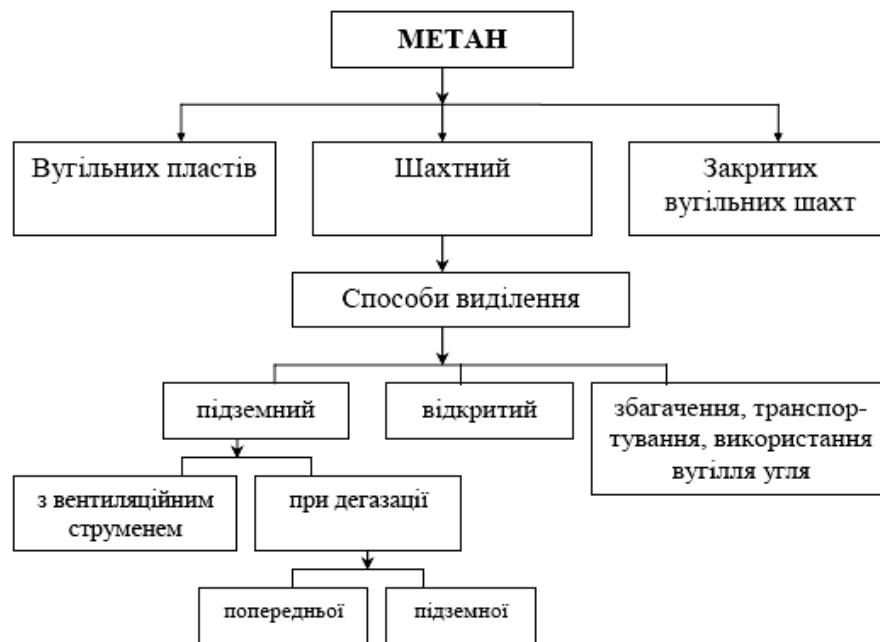


Рисунок 3 - Джерела викидів метану у вугільній галузі

Якщо подивитися на зазначені вище проблеми, то можна визначити, що вони мають розглядатися у взаємному зв'язку:

- по-перше, ми маємо проблему неухильного росту енергоспоживання;
- по-друге, енергоємність ВВП країни занадто висока, щоб успішно конкурувати на зовнішніх ринках;
- по-третє, доля вартості електроенергії в собівартості вугілля сягає, в деяких випадках, 30%;
- по-четверте, умови видобутку вугілля в Україні, і зокрема в Донбасі, надзвичайно важкі через великі глибини проведення гірничих робіт, високі температури гірничих порід та метанообільність пластів, що розробляються;
- по-п'яте, Україна за ресурсами вугільного метану входить до першої п'ятірки держав світу;
- і на самкінець, Україна є державою, яка ратифікувала Кіотський протокол.

Можливою відповіддю, яка, тією чи іншою мірою, допоможе розв'язати всі зазначені проблеми є – когенерація.

Когенерація - це комбінований процес одночасного виробництва теплової та електричної енергії всередині одного пристрою, який називається когенераційною установкою. Когенерація високоефективно використовує первинне джерело енергії - газ для отримання двох форм корисної енергії - теплової та електричної. Головна перевага когенерації перед традиційними теплоелектростанціями полягає в тому, що перетворення енергії тут відбувається з більшою ефективністю. Система когенерації дозволяє використовувати те тепло, яке зазвичай просто втрачається.

Когенераційні установки мають наступні переваги:

- приваблива ціна на електро- і теплоенергію та близькість до споживача;
- відсутність необхідності в дорогих лініях електропередач і підстанціях;
- екологічна безпека;

Когенераційні технології відносяться до інноваційних енергозберігаючих технологій, які дозволяють комплексно вирішувати цілий ряд завдань, включаючи:

- підвищення ефективності використання традиційного виду палива при виробництві електроенергії;

- ефективне використання альтернативних видів палива - газів різного походження: доменних, коксових, конверторних, газів стічних вод, смітєвих газів, біогазу, шахтного метану тощо;

- відмова від будівництва дорогих ліній електропередач завдяки розподіленому розміщенню децентралізованих джерел енергії, які підключаються до існуючих мереж;

- зниження викидів парникових газів та інші завдання енергозбереження.

З іншого боку, когенераційні технології при істотному зростанні ціни на електроенергію та природний газ, підштовхнуть споживачів енергоресурсів до переходу на енергозберігаючі технології, а саме:

- впроваджувати менш енергоємні виробничі технології;

- впроваджувати системи обліку на споживання електричної й теплової енергії;

- шукати шляхи зниження споживання енергії й енергоносіїв;

- використовувати альтернативні джерела енергії.

Універсальними і зручними є когенераційні газопоршневі установки (так звані «газогенератори») на базі газових двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), які оснащені теплообмінними апаратами для утилізації теплової енергії. Принцип їх роботи простий і надійний: газопоршневі установки виконують як основну свою функцію - виробляють електроенергію, так і дозволяють використовувати тепло, що утворюється в процесі перетворення енергії. Втрати тепла в установках складають близько 10%. На кожен кВт виробленої електроенергії в когенераційних газопоршневих установках припадає 1,2-1,3 кВт теплової енергії. Газопоршневі установки мають автоматичне керування, яке забезпечує підтримку заданих температурних режимів води теплофікації і системи охолодження теплоелектростанції. Система автоматичного керування включає електроприводи, мікропроцесорні регулятори, термодатчики, манометри, пульт керування.

Зі збільшенням вартості електричної енергії, що відпускається промисловим підприємствам енергосистемою країни, актуальність питання вироблення електроенергії власними силами, іншими словами розвитку власної малої енергетики, набуває ще більшої уваги. З економічної точки зору це можливо там, де є дешеві енергетичні джерела. В умовах шахт до таких джерел можна віднести метаноповітряну суміш, яка є попутним продуктом при видобуванні вугілля із застосуванням дегазації вугільних пластів і порід, що їх вміщують та має високі енергетичні параметри.

Наступне проблемне питання це – висока температура у гірничих виробках на великій глибині. Тим не менше, сучасні енергозберігаючі технології дозволяють вирішити і його. Для охолодження повітря у гірничих виробках, підготовчих та очисних вибоях, окрім виробітку електроенергії й тепла необхідно застосовувати тригенерацію. Тригенерація — комбіноване виробництво електрики, тепла й холоду. При цьому холод виробляється абсорбційною холодильною машиною, що споживає не електричну, а теплову енергію. Тригенерація є вигідною, оскільки дає можливість досить ефективно використовувати утилізоване тепло не тільки взимку для опалення, але й улітку для кондиціювання приміщень або для технологічних потреб. Такий підхід дозволяє використовувати генеруючу установку цілий рік, забезпечуючи тим самим найбільш швидке повернення інвестицій. Стосовно гірничого підприємства таке використання енергетичних ресурсів є дуже вигідним.

Прикладом практичної реалізації таких проектів може служити шахта ім. А.Ф. Засядько. Це підприємство є першим на Україні, що організувало переробку каптуємого шахтного газу, що містить метан, і одержання з нього електричної й теплової енергії. Споруджена когенераційна електростанція (КГЕС) втілила найбільш передові світові технології утилізації й когенерації. Дванадцять генераторних модулів з газопоршневими двигунами виробництва австрійської фірми GE Jenbacher,

забезпечують загальну встановлену потужність КГЕС 36 МВт електроенергії й 34 МВт теплової енергії, що виводить її в список найбільших у світі в своєму роді.

Вироблена електроенергія надходить на шахтну підстанцію шинами 6,3 кВ через реактори, що забезпечують обмеження струму короткого замикання.

Тепло, що утилізується при роботі агрегатів КГЕС, використовується для технологічних (підігрів газу) і побутових потреб КГЕС і виробничо-побутових будинків шахти. У зимовий час тепла енергія так само використовується для обігріву шахтних стовбурів. Передбачається зайве тепло направляти в міську теплотмережу.

КГЕС обладнана сучасними засобами керування й контролю з використанням комп'ютерів і мікроконтролерів, об'єднаних інформаційними мережами. Безпека роботи КГЕС контролюється електричною, газовою й пожежною системами.

Прикладом реалізації проекту з тригенерації може служити польська шахта Пніówek, яка за рівнем видобутку й глибині відпрацьовування вугільних пластів схожа на ПАТ «ШУ «Покровське». В 2000 році на шахті Пніówek за рахунок тригенерації метаноповітряної суміші на поверхні були застосовані газопоршневі установки фірми Дойтц у комплексі із двома абсорбційними холодильними машинами. «Холод» вироблявся за рахунок надлишкової теплової енергії вихлопних газів від газопоршневих установок. Холодильні машини охолоджували звичайну воду до +1,5 °С. Ця вода теплоізолюваними трубопроводами доставлялася у вибої, де, пройшовши теплообмінні апарати, охолоджувала повітря до необхідних норм +28 °С, після чого вона поверталася на поверхню шахти для виконання наступного циклу. Потужність холодильної установки становила 5 МВт.

#### Висновки:

Таким чином, реалізація проектів використання газу метану шляхом утилізації в когенераційних і тригенераційних установках дозволить на діючих гірничих підприємствах вугільної промисловості вирішити ряд суперечливих питань:

- підвищити енергоефективність виробництва;
- забезпечити шахту дешевою електричною і тепловою енергією;
- суттєво знизити собівартість вугілля;
- збільшити продуктивність видобувних робіт при умові зниження концентрації метану в шахтній атмосфері за рахунок проведення дегазації й утилізації метану;
- підвищити безпеку видобутку вугілля й дотримання сприятливих умов праці гірників на великих глибинах проведення гірничих робіт;
- забезпечити локальну енергобезпеку найважливіших об'єктів галузі;
- значно зменшити викиди парникового газу метану в атмосферу та знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище за рахунок утилізації шахтного газу - метану;
- отримати можливість реалізовувати зайві власні енергетичні ресурси.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. «Енергетична стратегія України на період до 2030 року». [Електронний ресурс] / І. Плачков (Нормативний документ Міністерство палива та енергетики України). – С. 129. – <http://zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc>.
2. «Второе Национальное сообщение Украины по изменению климата». [Електронний ресурс] / Киев 2006. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ukrnc2r.pdf>
3. Енергетичні ресурси та потоки // За ред. А.К. Шидловського. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2003. – 472 с.
4. Третье, Четвертое и Пятое Национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата. [Електронний ресурс] / Киев 2009. [http://unfccc.int/resource/docs/natc/ukr\\_nc5rev.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/natc/ukr_nc5rev.pdf)

5. Паливно-енергетичний комплекс України 2008 (електронна версія). Вугільна промисловість України: значення для енергобезпеки, поточний стан і перспективи розвитку. <http://who-is-who.com.ua/bookmaket/pek2008/8/4/1.html>

6. С.В. Кузяра, к.т.н (ЗАО «АРС»), И.Д. Дроздник, к.т.н, Ю.С. Кафтан, к. т. н., Ю.Б. Должанская, инж. (УХИН). Извлечение шахтного метана и защита окружающей среды (обзор) / Уголь Украины, июнь, 2005. – с. 13-15.

7. Статистичний щорічник України за 2007рік //За ред.О.Г.Осауленка. – К.: Державний комітет статистики, 2008.- 571 с.

8. Амоша А.И., Логвиненко В.И., Гринев В.П. Комплексное освоение угольных месторождений Донецкой области: Монография / НАН Украины: Ин-т экономики промышленности – Донецк, 2007. – 216 с.

9. О.М. Рябич. Економіко-екологічна бізнес-стратегія впровадження проектів з утилізації метану в Україні / Прометей: регіональний збірник наукових праць з економіки / Донецький економіко-гуманітарний інститут МОН України; Інститут економіко-правових досліджень НАН України. – Вип. 2(26). – Донецьк: ДЕГІ, 2008. – 195 с.

10. Результаты работы КГЭС. / АП "Шахта им. А.Ф Засядько" Официальный сайт / <http://zasyadko.isgreat.org/index.php/ru/2011-02-14-13-08-33/mrezrabbges.html>

УДК 621.314.21

ЧЕРНЫШЕВ В.И., КОРОЛЁВ А.И. (КИИ ДонНТУ)

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

*Приведено аналіз причин аварійності трансформаторів у мережах енергетичних систем. Розглянуто систему дистанційного комплексного автоматизованого контролю трансформаторів. Запропоновано рекомендації і схеми для розширення функціональних можливостей системи контролю.*

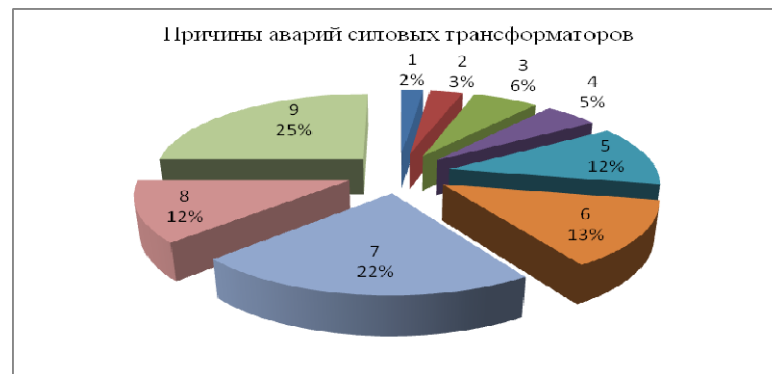


Рис. 1 – Диаграмма причин аварий силовых трансформаторов

1 – перегрузка; 2 – заводской брак; 3 – ухудшение контакта; 4 – влага; 5 – неправильная эксплуатация; 6 – повреждение изоляции; 7 – короткое замыкание; 8 – удары молнии; 9 – прочие.

Большинство причин аварий можно предотвратить, используя системы непрерывного автоматизированного контроля оборудования. В мировой практике финансовые организации предлагают страховку и кредиты под залог трансформаторов при условии, что, например, установлен непрерывный автоматизированный контроль изменения концентрации газов растворенных в трансформаторном масле.

Система, кроме автоматизации процесса получения, обработки и