

## 7. СЦЕНАРІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Гірничодобувна галузь і забезпечувані нею доходи можуть відкривати унікальні можливості для підвищення потенціалу сталого розвитку і диверсифікованості місцевої економіки, що буде продовжувати успішно розвиватися і після закриття гірничодобувного проекту. Гірничодобувна галузь є великим споживачем товарів і послуг інших галузей (таких як виробниче обладнання, послуги, гірничодобувне устаткування і витратні матеріали), а продукція гірничодобувних компаній, у свою чергу, є сировиною для багатьох інших галузей. Ці прямі і зворотні зв'язки відкривають для гірничодобувних компаній можливість вносити свій внесок у розвиток місцевої і регіональної економіки та сприяти посиленню інтеграції. Крім того, вони дозволяють економіці продовжувати процвітати і після припинення видобутку корисних копалин.

Сценарії розвитку гірничорудної промисловості в цілому повинні визначатися умовами ускладнення структури економіки країни, зниження питомих енерговитрат на виробництво продукції та підвищення швидкостей перебігу виробничих процесів в системі. Безумовно, названі умови повинні забезпечувати екологічну безпеку, без якої неможливо досягти стабільного матеріального добробуту нинішнього та майбутніх поколінь.

Вся діяльність гірничовидобувних компаній в широкому значенні повинна сприяти сталому розвитку. Практично це потребує встановлення на підприємствах систем екологічного менеджменту, включаючи моніторинг та контроль відповідності технологічного процесу цілям сталого розвитку та безпеки. Крім цього закріплені вимоги гласності і прозорості перед суспільством щодо їх впливу на довкілля і здоров'я. Це означає мінімізацію впливу на довкілля в процесі проведення досліджень, вдосконалення технологій та розвитку.

Гірничодобувна галузь суттєво впливає на якість повітряного басейну. На відкритих роботах, за даними досліджень, при вибухах із використанням близько 500 т вибухових речовин виділяється така кількість газоподібних продуктів, що для розведення його до безпечних концентрацій потребується приблизно 1,7-2 млрд. м<sup>3</sup> чистого повітря. Якість повітряного басейну в свою чергу впливає на стан лісів, урожайність сільськогосподарських культур тощо.

Важливим завданням перед підприємствами є системний підхід до визначення екологічних та соціальних витрат видобувної діяльності для суспільства. Експерти вважають, що в багатьох країнах розміри компенсації місцевим громадам не відповідають рівням виснаження природних ресурсів та рівням негативного соціального впливу від гірничої діяльності.

Для забезпечення переходу до сталого розвитку та впровадження екологічно збалансованої системи природокористування необхідно вирішення таких проблем, як значна заміна для продуктів, мінералів, металів та інших ресурсів; диверсифікація вітчизняних переробних виробництв; негативний вплив на економічний розвиток покинутих гірничих виробіток тощо.

Світовий досвід проблем об'єктів гірничої промисловості на прикладі роботи австралійських експертів викладений у звіті щодо провідних розробок програми сталого розвитку для добувної промисловості «Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry» [1, 2, 3].

Міжнародна рада з гірничої промисловості та металів (The International Council on Mining and Metals) пропонує вважати розвиток гірничої та металургійної промисловості сталим за умов, якщо інвестування є технічно можливим, екологічно безпечним, вигідним у фінансовому відношенні та соціально відповідальним.

Розроблення механізму міжнародного природоохоронного співробітництва можливе лише за умов співробітництва та координації зусиль усіх країн, незалежно від їх соціально-економічних та політичних відмінностей, рівня розвитку продуктивних сил та актуальності екологічних проблем. Особливу роль у цьому процесі повинні відігравати міжнародні організації, а саме організації системи UNEP, United Nations Environment Programme [4].

Співпраця України та UNDP посилює ефективність формування політики сталого розвитку, сприяє залученню громадськості та інших зацікавлених осіб до процесу прийняття рішень, демонструє ефективність і доцільність проектів сталого розвитку у містах, підвищує поінформованість громадськості. З 2004 року Україна розпочала співпрацю з European Investment Bank (EIB) з метою залучення в економіку України довгострокових фінансових ресурсів банку для реалізації інфраструктурних, енергетичних, природоохоронних та інших інвестиційних проектів загальнодержавного значення. Основними питаннями співпраці України та EIB у секторі охорони навколишнього природного середовища є такі: покращання якості життя в урбанізованому середовищі, а саме транспортні проекти; охорона навколишнього природного середовища та здоров'я людей; зміна клімату, включаючи енергоефективність та відновлювану енергію; охорона природних ресурсів та управління відходами.

Підхід, який базується на екологічно збалансованому розвитку, вимагає не просто зменшувати рівень шкідливості. EIB зобов'язує розробити стратегію сталого розвитку, переглянути свої пріоритети, націлені на сприяння економічному зростанню. Інструменти EIB повинні підтримуватися політичним курсом уряду. У сфері енергозбереження та екології передбачається:

- розроблення технологічних нормативів допустимого викиду забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище на основі показників кращих гірничовидобувних підприємств;
- проведення екологічного аудиту підприємств гірничо-металургійного комплексу;
- впровадження автоматизованих систем поточного обліку витрат енергоресурсів та енергоносіїв і систем їх розподілу;
- зменшення обсягів витоку газу, пари, води, кисню, стисненого повітря та інших енергоносіїв;
- оптимізація технологічних режимів використання палива;
- застосування електроприладів для регулювання кількості обертів енергетичного обладнання;
- застосування сучасних ефективних вогнетривких і теплоізоляційних матеріалів;
- організація виробництва з урахуванням оптимальних режимів завантаження агрегатів, скорочення часу роботи агрегатів на холостому ходу;
- застосування засобів зменшення викидів шкідливих речовин у атмосферу;

– використання систем замкненого зворотного водопостачання без скидів стічних вод як окремих виробництв, так і підприємств в цілому, використання устаткування для зневоднення шлаків.

За оцінками ЄБРР гірничодобувна галузь є одним з найбільших споживачів енергії і вносить вагомий внесок у викиди парникових газів [5]. Збагачення руди на гірничому підприємстві вимагає значних витрат тепла і електрики, що може вироблятися на місці або братися з мереж електропостачання. Гірничі підприємства є великими споживачами палива для автомобілів і механізмів, використовуваних для подрібнення руди і виробництва концентрату. Операції зі збагачення і первинної переробки руд, як правило, вирізняються значно більшою енергоємністю, ніж власне процес видобутку, і тому вносять непропорційно великий внесок у сукупні викиди по всьому ланцюгу від видобутку руди до афінажу металу. Крім того, у ході звичайного видобутку корисних копалин шахтним або кар'єрним способом нерідко виділяється метан – газ із сильним парниковим ефектом, що перебуває у зв'язаному стані у вугільних родовищах і прилягаючих шарах. За оцінками Міжнародної ради з гірничодобувної і металургійної промисловості на частку гірничодобувної галузі припадає приблизно від 7% до 8% викидів парникових газів [6].

Одним з основних природних факторів, що несприятливо впливають на ефективність діяльності вугільних шахт, є висока природна газонасиченість вугільних шарів, з якою пов'язані найнебезпечніші прояви сил гірського тиску й газу, – раптові викиди газу.

Основними джерелами метановиділення є розроблювальні вугільні шари, суміжні з ними шари різних методів розбудови (супутники), та вміщуючі породи. Метановиділення з розроблювальних шарів з урахуванням його нерівномірності до глибини 800-900 м, як правило, не перевищує 35 м<sup>3</sup>/т, а із супутників воно може бути в 2-3 рази більше. Із цієї причини газообільність виробітків деяких шахт досягає 100 м<sup>3</sup>/т та більше. У цей час на освоєних глибинах розробки метанонасиченість окремих вугільних шарів досягає 35 м<sup>3</sup>/т.

У цей час на шахтах країн з високорозвиненою вугільною промисловістю порядку 75% усього вугілля добувається підземним способом і виділяється 29-30 млрд. м<sup>3</sup>/рік рудничних газів (у тому числі 19-20 млрд. м<sup>3</sup>/рік метану й 10-11 млрд. м<sup>3</sup>/рік вуглекислого газу)

На сьогоднішній день запобігання скупчень рудничних газів у виробітках небезпечних по газовиділеннях шахт здійснюється за двома взаємодоповнюючими напрямками: розбавлення газу, що виділяється, до безпечних концентрацій і винос розведених газоповітряних сумішей з виробітків шахт на поверхню свіжим повітрям, що подається вентиляторами головного провітрювання, а також дегазація основних джерел газу – штучний збір і ізолюваний від гірських виробітків вивід по газопроводах на поверхню концентрованих газоповітряних сумішей.

Розподіл викидів метану в результаті діяльності людини на поверхні Землі подано на рис. 7.1.

Широкий розподіл джерел метану на певних територіях пов'язаний в значній мірі з важливістю сільського господарства, в тому числі тваринництва. На відміну від викидів CO<sub>2</sub> від електростанцій, промислових об'єктів, а також уздовж транспортних коридорів, викиди CH<sub>4</sub> пов'язані з виробництвом і споживанням

енергії більш розподілені географічно, особливо там, де є природні викиди газу з трубопроводів.

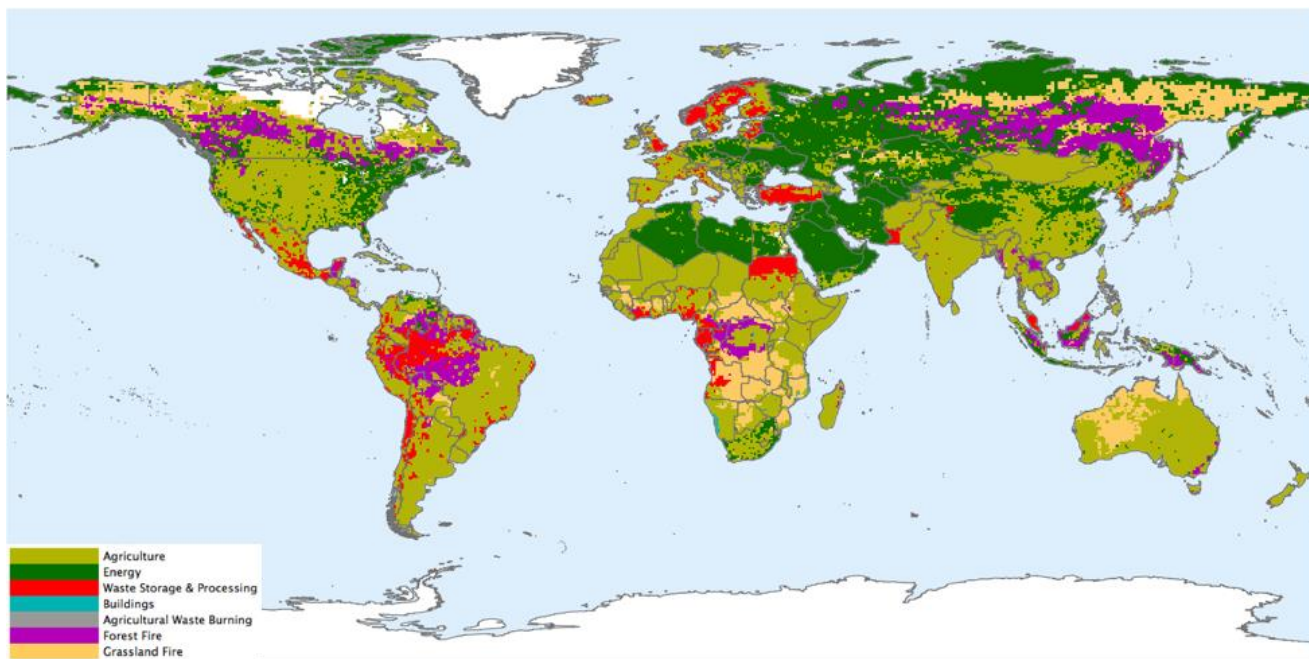


Рис. 7.1. Сектори людської діяльності, які спричиняють найбільшу кількість викидів метану в 2010 році

Підсумки прогнозних проробок, проведених International Energy Agency (IEA) за дорученням саміту країн G8, що проходив в 2007 році в Німеччині, послужили основою для вироблення рамкової угоди щодо зниження викидів парникових газів в 2013-2050 рр. (Посткіотський період). Ця угода прийнята 15 грудня 2008 р Конференцією UN з проблеми зміни клімату, що проходила на індонезійському острові Балі. Основні пункти рамкової угоди, яка отримала назву «Bali Road Map», полягають у наступному:

- викиди знижують більшість показників сталого розвитку розвинених країн та країн, що розвиваються в залежності від рівня їх економічного розвитку і наявного потенціалу;
- світовим суспільством робиться широкий спектр заходів для адаптації до змін клімату;
- значно спрощується процедура передачі екологічно чистих технологій з низькими викидами парникових газів;
- країнам, що розвиваються, перш за все бідним і найбільш уразливим надається фінансова підтримка.

Оцінки витрат, необхідних для зниження викидів, виконані IEA. Розглянуто два основні сценарії зниження викидів [7]. Один з них – так званий сценарій 550 ppm (550 parts per million (ppm) of CO<sub>2</sub>) – передбачає, що світовий викид парникових газів (GHG) протягом найближчих 10-15 років буде зростати. При цьому концентрація CO<sub>2</sub> в атмосфері складе в 2050 році 550 ppm, що відповідає підвищенню температури планети на 3°C у порівнянні з поточним рівнем. Сценарій 450 ppm передбачає значно більш жорсткі заходи щодо зниження викиду вуглецю. У період після 2020 року вони дозволять зменшити викиди парникових газів в

2050 році на 19% в порівнянні з рівнем 1990 року. При цьому концентрація CO<sub>2</sub> в атмосфері складе близько 450 ppm, що відповідає підвищенню середньої температури Землі на 2°C (рис. 7.2).

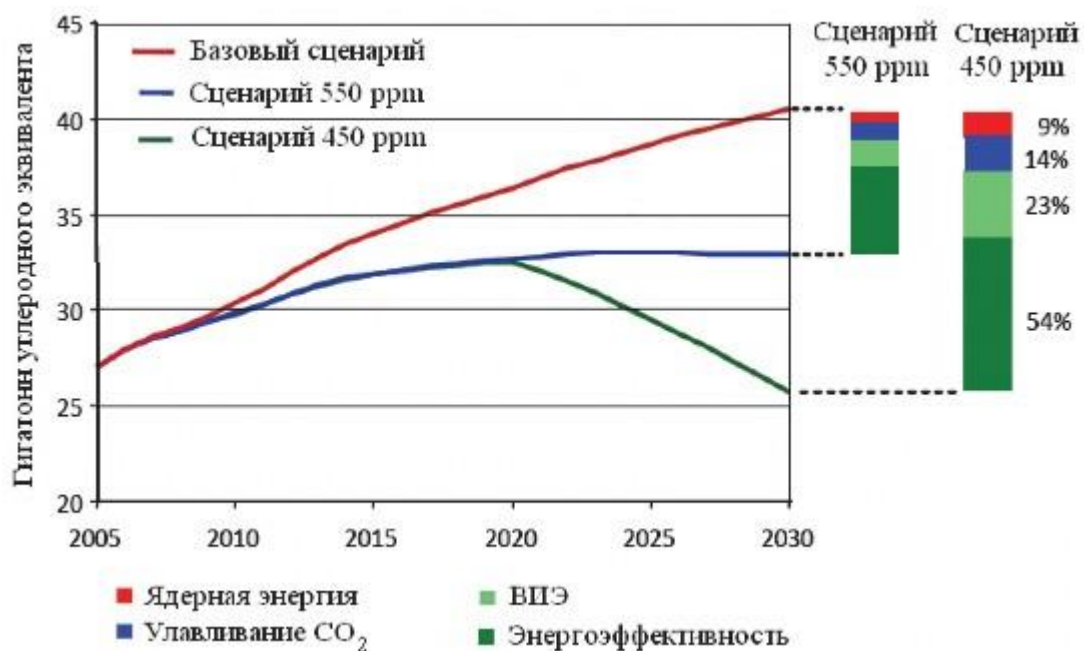


Рис. 7.2. Основні сценарії зниження GHG викидів CO<sub>2</sub>

За оцінками ІЕА необхідний комплекс заходів щодо зниження викидів CO<sub>2</sub> буде потребувати досить істотних інвестицій – від 90 доларів (сценарій 550 ppm) до 180 доларів на тону попередженого викиду вуглецю. Для країн ОЕСР такі витрати прийнятні, оскільки вони складуть лише незначну частину (не більше 1-2%) ВВП цих країн. Тому розвинені країни за оцінками ІЕА можуть взяти на себе зобов'язання щодо зниження викидів CO<sub>2</sub> на 40-45% від рівня 1990 року вже до 2030 року. Інші промислово розвинені країни світу можуть знизити викиди на 20% від рівня 1990 року (рис. 7.2).

Країни, що розвиваються і країни з перехідною економікою, які не можуть дозволити собі широке впровадження дорогих низьковуглецевих технологій, повинні будуть отримувати для цього зовнішні інвестиції. Для країн з перехідною економікою, що мають викиди нижче рівня 1990 року, такі інвестиції можуть бути отримані в рамках міжнародного ринку торгівлі квотами на викиди CO<sub>2</sub>. Для таких країн дуже важливий вивірений підхід як до своїх зобов'язань щодо зниження викидів в посткіотський період, так і до оцінок максимально можливих пропозицій квот на викиди на міжнародному вуглецевому ринку. Дуже важливий також вибір економічно прийнятних низьковуглецевих технологій, оскільки багато які з них можуть стати для таких країн зовні привабливим, проте економічно непосильним тягарем.

Як видно з рис. 7.3, найбільший внесок у викиди CO<sub>2</sub> дають і будуть давати надалі процеси спалювання нафти і вугілля [8]. У зв'язку з цим транспорт і електроенергетика стають основними об'єктами докладання зусиль зі скорочення викидів вуглецю.



Основні напрямки стабілізації та подальшого скорочення викидів парникових газів за сценарієм 450 ppm включають:

- енергозбереження та підвищення енергоефективності в секторах виробництва та споживання енергії;
- розвиток поновлюваних джерел енергії;
- розвиток ядерної енергетики;
- уловлювання та захоронення вуглекислого газу.

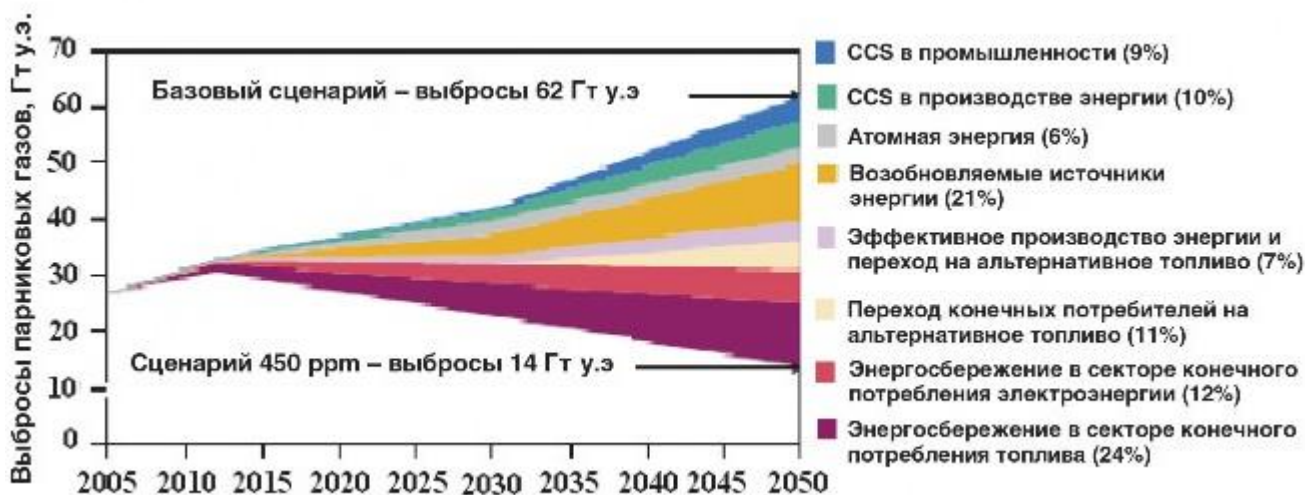


Рис. 7.3. Основні напрями зниження викидів парникових газів, передбачені сценарієм 450 ppm

Розглянемо більш детально сценарій зниження викидів парникових газів RCP 4.5 (Representative Concentration Pathway) (рис. 7.4).

У 2100 році згідно зі сценарієм RCP 4.5 у енергетичному секторі рівень викидів можна зменшити до 115 Tg (CH<sub>4</sub>)/рік. Це можна порівняти з загальним обсягом викидів в глобальному масштабі 300 Tg(CH<sub>4</sub>)/рік у 2010 році. Зниження викидів в секторі енергетики для досягнення RCP 4.5 має велике значення у всіх регіонах, але більш за все на Близькому Сході, в Африці та Азії. Тільки в Латинській Америці пом'якшення більше обумовлено сільським господарством, ніж енергетичним сектором.

Висока енергоємність гірничодобувної промисловості означає, що потенціал для вироблення електроенергії в якості побічного продукту процесу видобутку є привабливою пропозицією. Департамент ПАР корисних копалин та енергетики (DME) вважає, що гірничодобувна промисловість використовує 6% всієї енергії, споживаної в Південній Африці. У Бразилії, найбільшим споживачем енергії є гірничодобувний гігант Vale, на частку якого припадає близько 4% всієї енергії, використовуваної в країні. В американському штаті Колорадо, видобуток, за їхніми оцінками, становлять 18% від загального споживання енергії промислового сектора, в той час як в цілому в США було підраховано, що гірничодобувна промисловість використовує 3% від галузі енергетики.

У зв'язку з цим важлива правильна постановка науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт зі створення нових і вдосконалення відомих технологій низьковуглецевої енергетики, що дозволяють досягти необхідного зниження викидів гірничо-збагачувального виробництва в необхідні терміни.

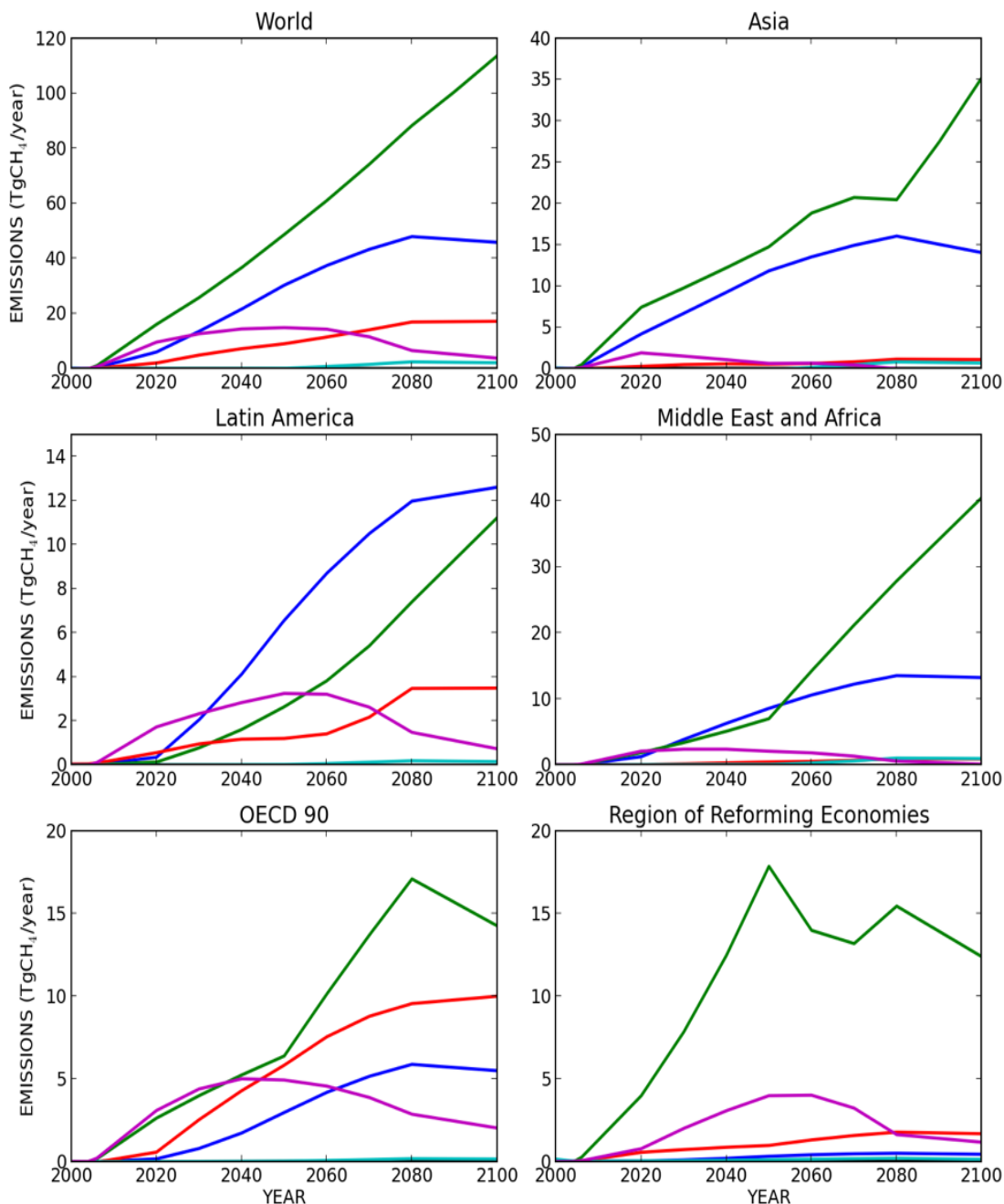


Рис. 7.4. Відмінності між рівнем викидів парникових газів згідно зі сценарієм RCP 4.5 за різними регіонами світу (Примітка: масштаб осі рівня викидів відрізняється між регіонами)

Одним з найбільш перспективних напрямків економії енергії в гірництві є застосування теплових насосів – пристроїв, що дозволяють використовувати для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання теплоту навколишнього середовища і теплоту техногенних теплових викидів.

Наприклад, в умовах шахт Кривого Рогу джерелами низькопотенційної теплової енергії є такі [9]:

- вентилятор з продуктивністю 500 м<sup>3</sup>/с виробляє  $3,8 \cdot 10^8$  кДж тепла на рік;
- шахтна система дренажу з потоком води 150 м<sup>3</sup>/год виробляє до  $2,9 \cdot 10^9$  кДж тепла на рік.

Компресорні станції, потужні електроприводи підйомних установок також можуть бути джерелами подібної енергії.

Річний обсяг води з постійною цілорічної температурою 14-17°C, який викачується з дванадцяти шахт Кривого Рогу оцінюється приблизно в 12 млн. м<sup>3</sup>. Її енергетичний потенціал складає близько 200 млн. кВт·год. Енергетичний потенціал шахтного вентиляційного повітря може збільшити цю цифру вдвічі, а це вже можна порівняти з потенціалом 3% від річного видобутку нафти ПАТ «Укрнафта». Дані показники можна вважати справжнім, якщо використовується весь потенціал, але це не завжди можливо, наприклад, через відсутність трубопроводів теплових мереж або через загальну тенденцію до децентралізованого електропостачання житлових об'єктів.

Теплові насоси, що використовують низько потенційне тепло шахтних вод і шахтного вентиляційного повітря дозволить модернізувати муніципальне (централізоване) опалення Кривого Рогу і значне знизити споживання газу.

В середньому, при використанні всього потенціалу низькотемпературних джерел, можна встановити теплові насоси із загальною потужністю 13000 кВт на кожній з 12 шахт Кривого Рогу. Половина цієї потужності може використовуватися для власних потреб шахти, а інша половина може перейти до системи опалення міста. Загальна кількість тепла від 12 шахт становить близько 15% споживання тепла містом. Проте, оскільки системи теплотрас деяких шахт не пов'язані з системою опалення міста, то необхідно буде інвестувати кошти в будівництво трубопроводу.

Вихідні дані для розрахунку: на горизонті 1200 м потік води складає 71,3 м<sup>3</sup>/год, а на поверхні – 210 м<sup>3</sup>/год.

Загальна теплова потужність, яка може бути отримана з шахтної води визначається об'ємними витратами води, і складає 3922,6 кВт. Пневматична енергія теплового насоса визначається з об'ємних витрат шахтного повітря і становить 4700 кВт. З огляду на це загальна потужність отримана від води та повітря буде 13322,6 кВт.

Обсяг фінансування проекту і реалізації складе близько 1810 тисяч євро.

Потенційні результати провадження проекту:

- скорочення споживання газу за рахунок роботи теплових насосів на 6000 тис. м<sup>3</sup>/рік (при вартості газу 4,02 грн./м<sup>3</sup> річна сума за споживання газу у котельні складе 24,12 млн. грн. або 1,5075 млн. євро);

- скорочення викидів в атмосферу більш ніж на 100 т/рік;

- зниження теплового забруднення атмосфери більш ніж на 20 тис. Гкал/рік.

З урахуванням збільшення витрат на електроенергію (982094 євро в рік), річний ефект від реалізації проекту складе понад 427905,9 євро. Термін окупності проекту становить 4,23 років.

Одержання потенційних вигод з інтенсивного освоєння ресурсів можливо лише за умови довгострокового, відповідального підходу до розвитку гірничодобувної галузі і управління ним і доходами, які забезпечуються галуззю. Недостатнє екологічне і соціальне управління гірничодобувними проектами може спричинити істотний довгостроковий вплив на стан ресурсів, біорізноманіття та місцеве населення. Разом з тим природні багатства можуть відкривати перед країнами великі можливості поліпшення їх економічного становища, а також сприяти регіональному розвитку.



## Список використаних джерел

---

1. A guide to leading practice sustainable development in mining. – Published by Australian Government, Department of resources, energy and tourism. – July 2011.
2. The Social dimension of the Green New Deal. European Green Party (EGP). Adopted policy paper / 16th EGP Council. 11-13 May 2012, Copenhagen. - EGP, Copenhagen, 2008.
3. A Green New Deal for Europe. Towards green modernization in the face of crisis. A report by the Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Dr. Philipp Schepelmann and others, Wuppertal Institute. GEF, The Greens/EFA in the European Parliament. – Brussels, 2009.
4. Герасимчук З.В. Трансформація інституціонального механізму природокористування в умовах глобалізації: екологічні імперативи та системні суперечності: монографія / З.В. Герасимчук, І.М. Вахович, В.А. Голян, А.О. Олексюк. – Луцьк: Надстир'я, 2006. - С. 61.
5. Документ Европейского Банка Реконструкции и Развития «Принципы деятельности в горнодобывающей отрасли»  
<http://www.ebrd.com/downloads/policies/sector/mining-operations-policy-russian.pdf>.
6. ICMM “Measurement, reporting and verification and the mining and metals industry“ <http://www.globaldialogue.info/AMackenzie%20-%20ICMM%20-%20IGF%20presentation.pdf>.
7. <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/intro>
8. Перспективы энергетических технологий 2008. В поддержку плана действий G8. Сценарии и стратегии до 2050 года. – МЭА, 2008. – С. 16
9. Morkun Vladimir. The use of heat pumps technology in automated distributed system for utilization of low-temperature energy of mine water and ventilation air / Vladimir Morkun, Oleksandr Savytskyi, Sergiy Ruban // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 6. – p.118-121. – Режим доступу до журн.: <http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/MMI-6/015-Vladimir-Morkun.pdf>.