

# СВЕТОВНИ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО И ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ВЪГЛИЩНИ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТЕКСТА НА БОРБАТА СРЕЩУ КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ.

инж. Николай Георгиев – „ТЕЦ МАРИЦА ИЗТОК 2“ ЕАД

## GLOBAL TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF COAL TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF THE FIGHT AGAINST CLIMATE CHANGE.

eng. Nikolay Georgiev – TPP „MARITSA EAST 2” EAD

*With the adoption of the European Green Deal, the European Commission set the goal for Europe to become the first climate neutral continent until 2050. With respect to this, several sectors of the industry such as energy, transport, metallurgy and agriculture, will face serious challenges in order to emit zero or close to zero emissions of carbon dioxide. The current report will look at some of the world practices in the development of coal technologies aiming to deal with this issue. The advances in and the introduction of innovative technological solutions for coal usage is a meaningful action of critical value. While being an important and affordable energy source, coal can be a critical resource for several other industries.*

### Увод

С приемането на „Европейският Зелен Пакт“ (A European Green Deal), Европейската комисия заяви целта, Европа да се превърне в първия неутрален по отношение на климата континент в света до 2050г.

В тази връзка, редица отрасли като, енергетиката, транспорта, металургията и селското стопанство, ще се изправят пред сериозното предизвикателство да емитират нулеви, или близки до нулата емисии въглероден диоксид.

В настоящият доклад ще разгледаме някои световни практики в развитието на въглищните технологии, целящи да се справят с този проблем

Развитието и внедряването на иновативни технологични решения за използването на въглища, е важно и изпълнено със смисъл действие. Освен като важен и достъпен енергоносител, въглищата могат да бъдат и ценен ресурс за редица други индустрии.

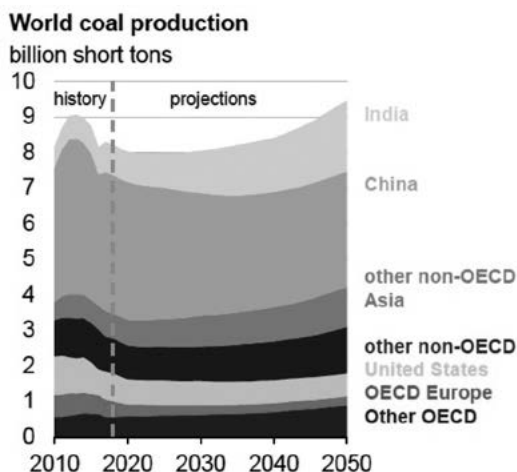
## Положението в света

Изкопаемите горива са важна част от живота на хората, още от времето на индустриалната революция. Същевременно отдавна е установено, че ископаемите горива са най-големият източник на въглероден диоксид - парников газ, който допринася за изменението на климата. Отделно замърсяват атмосферния въздух с азотни, серни окиси и фини прахови частици, като въглищата са водещ замърсител.

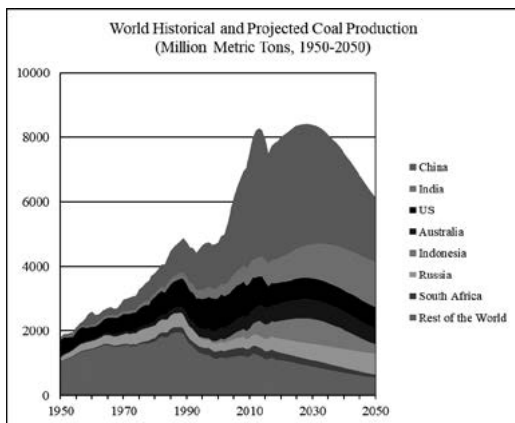
По данни на международната агенция по енергетика, към настоящия момент, въглищата осигуряват 41% от световното производство на електроенергия. Освен това, те са основна суровина за производството на 70% от стоманата и 90% от цимента в световен мащаб.

Докато Европа се стреми да преустанови употребата на въглища за енергийни нужди, азиатският и тихоокеанският региони се явяват на-големите производители и потребители на въглища, като тази тенденция ще се запази и за в бъдеще, както може да се види на представените по-долу графики. На фигура 1 са представени данните от министерството на енергетиката на САЩ, а на фигура две, тези на департамента по икономика на университета в Юта САЩ.

Както е видно, Китай се откроява като най-големият потребител в световен мащаб. Но развиващите се икономики на Индия и Индонезия ще играят съществена роля на пазара на въглища през следващите години.



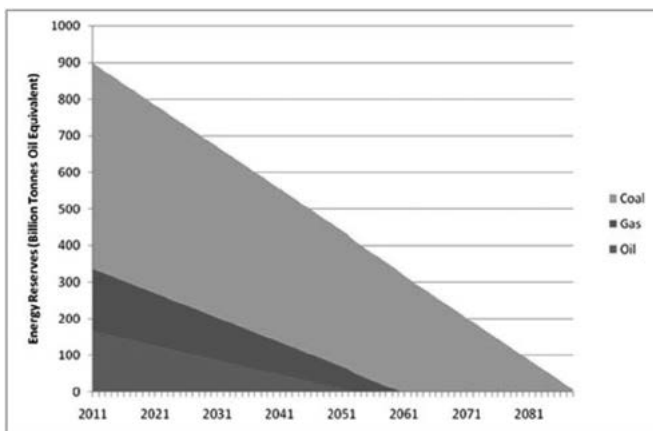
Фигура 1.



Фигура 2.

На следващите редове ще разгледаме някои водещи тенденции и практики в развитието и внедряването на чисти въглищни технологии за по-ефективно и по-чисто използване на въглищата. Тъй като те представляват огромен ресурс който не бива да се зачерква с лека ръка само поради негативния ефект, който оказват върху климата и здравето на хората. А би следвало да се търсят технологични и организационни мерки за оползотворяването му по екологичен способ.

По данни на международната агенция по енергетика, световните запаси от въглища превъзхождат тези на петрол и природен газ, показани на фигура 3.

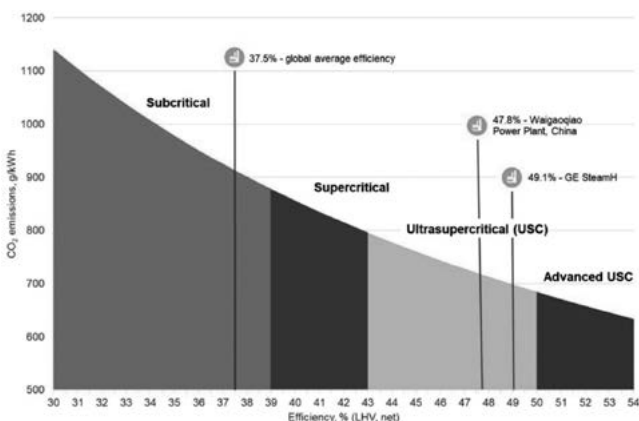


Фигура 3.

## Използване на въглища за енергийни нужди

Основните направления по-които се правят проучвания и разработки на въглищни технологии за енергийни нужди, са повишаване на ефективността на централите, паралелно с намаляване на емисиите, съвместно изгаряне на биомаса и газификация на въглищата.

В конвенционалните енергийни инсталации с прахово вдухване на горивото и до критични параметри, ефективността е от порядъка на около 35% средно. Известно е, че с повишаване на параметрите на парата на входа на турбината, ще се повиши и ефективността на инсталацията, а от там ще намали отделяния въглероден диоксид при горенето в следствие по-малко използвано горива за едно и също количество енергия. Ефективността на централи на свръх критични параметри е в порядъка 42 до 43%. Най-съвременните централи на ултра свръх критични параметри работят с температура около 620 °C и налягане между 25 и 29 MPa на прегрята пара. Ефективността на тези инсталации може да достигне 45% и редуциране на въглеродните емисии средно до 740 gCO<sub>2</sub>/kWh. Електроцентралата RDK8 в Карлсруе Германия с инсталирана мощност 919 MW постигна ефективност от 47.5%. ТЕЦ Уайгаоцяо в Шанхай Китай с инсталирана мощност 5 GW, е постигнал ефективност 47.8%. В процес на разработка са технологии за напреднали ултра свръх критични параметри (Advance USC), като целта е да се постигне ефективност над 50% и намаляване на въглеродните емисии до около 670 gCO<sub>2</sub>/kWh. Но това зависи от разработването на нови материали, които да могат да работят в условията на температура от 700 - 760 °C и налягане 30 – 35 MPa. На фигура 4 е показана зависимост между



Фигура 4.

намаляването на въглеродните емисии и повишаването на ефективността на енергийните инсталации, по данни на международната агенция по енергетика.

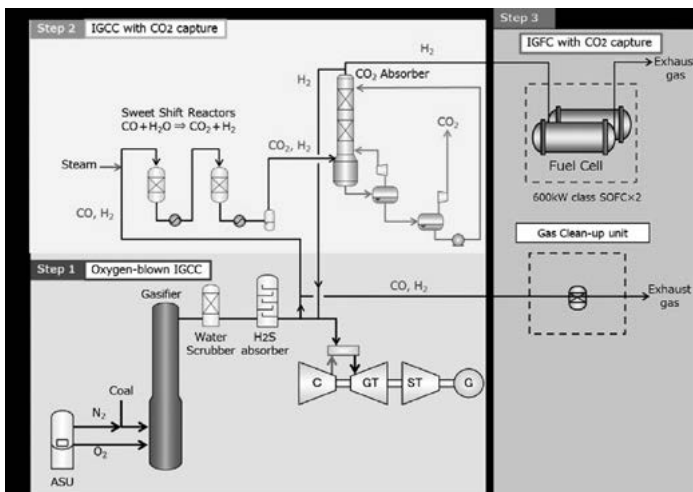
Газификацията на въглища е позната технология при която, в газификатори заедно с въглищата се подават пара и въздух, въздух обогатен с кислород или чист кислород с висока температура и налягане. Изходния продукт е синтетичен газ (сингаз), съставен основно от  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ , метан,  $\text{CO}_2$ , и вода. След пречистване този газ може да се използва за производство на електроенергия в газови турбини, като суровина за химическата промишленост, за производство на течни горива или водород. При този процес се отделя голямо количество топлина, която се използва за производството на пара за парни турбини. Такива инсталации има изградени в Китай, Европа, САЩ, Южна Африка, Япония и са запланирани в Австралия и Индия. Газификаторите са разработени да използват различни въглища, включително лигнитни и кафяви въглища.

Проект на стойност 500 милиона австралийски долара, воден от японската компания Kawasaki Heavy Industries, предвижда изграждането на инсталация за газификация на въглища близо до Тарарагон Австралия, за производство на  $\text{H}_2$  който в последствие ще се втечнява и транспортира до Япония. Пилотния проект предвижда през първата година, от 160 t кафяви въглища, да се добият 3 t водород с коефициент на преобразуване на енергията от около 27%. Изграждането на пилотната инсталация е субсидирано от Японското и Австралийското правителство със 100 милиона австралийски долара, като строителството вече е започнало. Комерсиализацията на проекта е насрочена за 2030 година, в зависимост от успеха на пилотната инсталация и търсенето на  $\text{H}_2$ .

Друг интересен и перспективен проект от Япония е Osaki CoolGen на OSAKI CoolGen Corporation представляващ интегрирана газификация на въглища с чист кислород и горивни клетки. Проектът е субсидиран от Японското правителство и е предвиден в три етапа.

На фигура 5 е показан принципна схема на проекта.

През първия етап е изградена 166 MW инсталация за комбинирано производство на електроенергия с парна и газова турбина, и газификация на въглищата с чист кислород (така наречения IGCC). След завършването на етапа, са проведени изпитания и резултатите показват следното. За 6938 работни часа е постигната ефективност от 40.8% Използвани са четири вида въглища, а постигнатите нива на емисии са съответно:  $\text{SO}_x < 8$  ppm,  $\text{NO}_x < 5$  ppm, и твърди частици  $< 3$  mg/m<sup>3</sup>N приравнен към 16%  $\text{O}_2$ . Изградена е инсталацията за улавяне на  $\text{CO}_2$ , което представлява втори-



Фигура 5.

ят етап на проекта. Целта тук е да се постигне улавяне на повече от 90% от  $\text{CO}_2$  с чистота над 99% и запазване на ефективността на централата над 40%. Текущите изпитания за доказване на заложените цели все още не са направени, а изграждането на третият етап, а именно добавянето на горивни клетки тепърва предстои.

Алтернативно и познато приложение освен газификацията, е производството на течни горива от въглища (COAL LIQUEFACTION). Към момента са на лице два метода за добив на течни горива от въглища, индиректен и директен:

- При индиректния метод, въглищата първо се газифицират и от сингазът посредством каталитичното преобразуване на Фишер-Тропш се получават горива. Чрез процесът на Фишер-Тропш се произвеждат главно дизел, бензин и смазочни масла.
- При директния метод, молекулната структура на въглищата се разрушава с помощта на разтворители и катализатори при висока температура и налягане.

Най-голямата инсталация за производство на горива от въглища е NINGDONG ENERGY AND CHEMICAL INDUSTRY BASE в Китай. На годишна база централата преобразува посредством индиректно втечняване 20 Mt въглища в 4 Mt нефтопродукти, от които 2.7 Mt дизел, 980 000 t бензин и 340 000 t втечен газ. Вторичните продукти включват 200 000 t сяр, 75 000 t смесен алкохол и 145 000 t амониев сулфат.

## Улавяне и съхранение на CO<sub>2</sub>

Света иска да е екологичен и чист. Доказа го с подписването на „Рамковата конвенция на ООН по изменение на климата“ от 197 държави през 1992г. Последва „Протокола от Киото“ през 1997г, който допълва конвенцията. 189 държави са ратифицирали „Парижкото споразумение“ от 2015г, а за Европа важи и „Европейският зелен пакт“ от декември 2019г. Всички тези споразумения целят по-чиста индустрия за по-чист и здравословен живот чрез справедлив преход и трансформация в една по-чиста и устойчива икономика. Предизвикателствата, които е необходимо да се преодолее са големи и трудно решими. Още повече, че това налага в даден момент да се откажем от един огромен, ценен и достъпен ресурс, какъвто са въглищата. В световен мащаб бъдещото използване на въглища за енергийни и неенергийни нужди е немислимо без разработването и внедряването в достатъчно големи мащаби на технологии за улавяне, утилизация и дългосрочно съхранение на CO<sub>2</sub>.

Към настоящия момент, най-съвременните технологии за улавяне на CO<sub>2</sub>, са в три направления. Улавяне след изгаряне, улавяне преди изгаряне и изгаряне с кислород или обогатен на кислород въздух.

Улавянето на CO<sub>2</sub> след изгаряне „post-combustion“ се осъществява с използването на разтворители на амини. Две тестови централи използващи такива разтворители са в експлоатация. 120 MW електроцентрала Boundary Dam в Канада и инсталацията за улавяне на CO<sub>2</sub> Petra Nowa в 240 MW електроцентрала WA Parish в САЩ. Два разтворителя, които се ползват в подобни инсталации носят търговските наименования „Selexol“ и „Rectisol“.

Технологиите за улавяне на CO<sub>2</sub> преди изгарянето „pre-combustion“, намират приложение основно в централи с комбинирано производство и интегрирана газификация на въглищата или „IGCC“. Тук продукта от газификацията – сингаз, се третира в специални реактори с пара за да се преобразува CO в CO<sub>2</sub> и водорода, заедно с другите компоненти на газа се сепарират по лесно и с по-нисък разход на енергия спрямо post-combustion технологиите. Тук преимущество имат твърдите сорбенти за улавяне на CO<sub>2</sub>. Те са с по-голям капацитет за улавяне на CO<sub>2</sub> и е необходима по-малко енергия за регенерация в сравнение с разтворителите за post-combustion технологията.

Кислородното изгаряне е с голям потенциал. Тук основната съставка на димните газове е CO<sub>2</sub>, което улеснява улавянето му. Тази технология може да се приложи на всякъде, както в нови, така и в съществуващи инсталации не само в енергетиката, но и в производството на цимент,

стомана и петролните рафинерии. Технологията е успешно приложена в няколко тестови електроцентрали в Германия, Испания, Китай и Австралия. Въпреки това и тук има редица трудности за преодоляване, свързани главно с производството на кислород.

Най-лесният начин за третиране на вече уловеният  $\text{CO}_2$  е депонирането му под земята в подходящи геоложки структури. По света в момента работят 17 инсталации за подземно съхранение на въглероден диоксид, като депонират общо по-малко от 1 милион тона на година. Подходящи подземни хранилища, които се изследват са пясъчници, базалтови образувания, дълбоки изчерпани въглищни рудници, дълбоководни седименти, както и изчерпани или почти изчерпани петролни и газови находища.

## Неенергийна употреба на въглища

Алтернатива на дългосрочното съхранение е утилизацията на  $\text{CO}_2$ , или използването му като суровина. Въглеродния диоксид се използва от десетилетия в хранително-вкусовата промишленост за газирание на напитки, за увеличаване добива на петрол чрез инжектирането му в конкретен сондаж, в пречистването на води, за производство на пожарогасители. Разработват се голямо разнообразие от технологии за превръщането на  $\text{CO}_2$  в горива, химикали, полимери, смазочни вещества и суровини. Перспективни изследвания се провеждат за използването на  $\text{CO}_2$  като суровина за производство на наночастици, графен, въглеродни нанотръби, както и в производството на строителни материали.

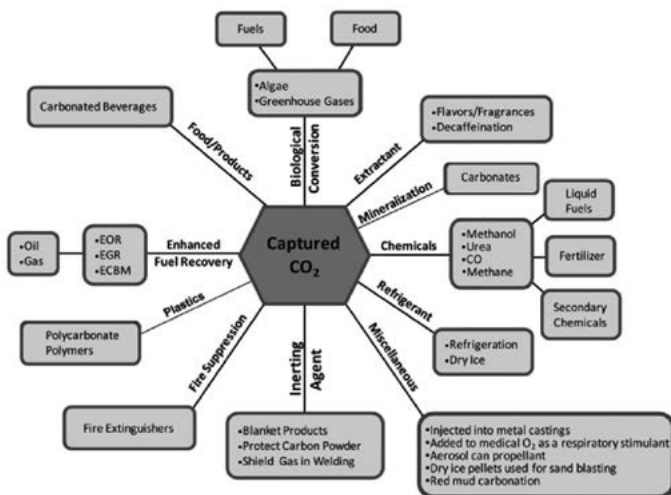
Директно въглеродния диоксид може да се използва като работен флуид за пренос на топлина, както и при цикъл на Алам „Allam cycle“ за производство на електроенергия.

На фигура 6 са показани съществуващите и потенциалните приложения на  $\text{CO}_2$  като суровина.

## Заключение

Предвид политиката за борба срещу климатичните промени обхванала много страни разчитащи на въглища, технологиите за подобряване на ефективността на експлоатацията на въглища и в крайна сметка за значително намаляване на емисиите на  $\text{CO}_2$  са от съществено значение. В същото време, хората се нуждаят от достъпна и чиста енергия. Сигурното снабдяване с електроенергия се приема за даденост в развитите страни. В същото време по света близо един милиард души не се радват





Фигура 6.

на надеждно електричество. Намалването на цената и подобряването на ефективността на производството на електроенергия, включително от въглища, би подобрило тази ситуация. Въпреки че Европа намалява употребата на въглища, те остават най-разпространеният конвенционален енергиен източник. Това важи с пълна сила и за развиващите се страни като Индия и Индонезия например. Много усилия са нужни за изследвания на нови начини за употреба на европейските въглищни ресурси, като алтернатива на вносните петрол, газ, редки елементи, химически продукти и суровини. Въглищата имат място в живота на хората и ще продължават да са важна компонента в индустрията. Съществуват подходящи технологии, а и много перспективни такива са в процес на разработка, с които да съумеem да изградим една по-хармонична и екологична икономика чрез която да живееem в един по-хармоничен и природосъобразен свят, сега и за в бъдеще.

## Литература

- [1] Anne Carpenter and Debo Adams, GLOBAL REVIEW OF STATE-OF-THE-ART COAL-RELATED RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT, IEA CLEAN COAL CENTER, AUGUST 2019;
- [2] DR IAN REID, NON-ENERGY USES OF COAL, IEA CLEAN COAL CENTER, NOVEMBER 2018, ISBN 978-92-9029-614-0;

- [3] <https://www.iea.org/> ;
- [4] <https://www.iea-coal.org/> ;
- [5] Innovation for Coal Earth Forum:  
[https://www.icef-forum.org/platform/thematic\\_discussion\\_detail.php?article\\_\\_id=133](https://www.icef-forum.org/platform/thematic_discussion_detail.php?article__id=133) ;
- [6] <https://www.osaki-coolgen.jp/en/> ;
- [7] <https://hydrogenenergysupplychain.com/> ;
- [8] <https://www.unenvironment.org/>
- [9] <https://www.eia.gov/> ;
- [10] Group of Chief Scientific Advisors, Scientific Opinion 4/2018, Novel carbon capture and utilisation technologies, Brussels, 23 May 2018, ISBN 978-92-79-82006-9;
- [11] [https://ec.europa.eu/info/index\\_bg](https://ec.europa.eu/info/index_bg) ;

**Автор:**

маг. инж. Николай Начев Георгиев – Производствено-технически отдел в ТЕЦ „МАРИЦА ИЗТОК 2“ ЕАД