



G I G

KATALOG BRANŻOWY NOWYCH TECHNOLOGII I DOBRYCH PRAKTYK W OBSZARZE PRODUKCJI I WYKORZYSTANIA ENERGII

ГАЛУЗЕВИЙ КАТАЛОГ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДОБРИХ ПРАКТИК В ОБШАРІ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТУВАННЯ ЕНЕРГІЇ

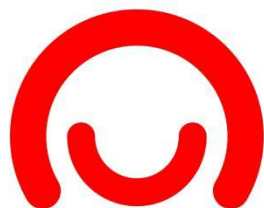


polska pomoc

**GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA
KATOWICE, 2016 r.**



G I G



polska pomoc

**KATALOG BRANŻOWY NOWYCH TECHNOLOGII I DOBRYCH
PRAKTYK W OBSZARZE PRODUKCJI I WYKORZYSTANIA
ENERGII**

**ГАЛУЗЕВИЙ КАТАЛОГ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДОБРИХ
ПРАКТИК В ОБШАРІ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТУВАННЯ
ЕНЕРГІЇ**

Praca pod redakcją

Iwony Gil, Joanny Krzemień, Piotra Mocka

Główny Instytut Górnictwa

Katowice, 2016 r.

Katalog branżowy nowych technologii i dobrych praktyk w obszarze produkcji i wykorzystania energii

ГАЛУЗЕВИЙ КАТАЛОГ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДОБРИХ ПРАКТИК В ОБШАРІ ВИРОБНИЦТВА І ВИКОРИСТУВАННЯ ЕНЕРГІЇ

Praca pod redakcją

Iwony Gil, Joanny Krzemień i Piotra Mocka

Spis treści

1. Wprowadzenie.....	3
2. Rodzaje paliw stałych – instalacje spalania o małej mocy	4
3. Spalanie paliw	8
4. Emisje	9
5. Metody redukcji emisji	16
5.1. Redukcja emisji NO _x	16
5.2. Redukcja emisji SO _x	17
5.3. Redukcja emisji pyłów	18
6. Kotły o małej mocy na paliwa stałe	21
7. Polscy producenci kotłów i podajników do kotłów	27
8. Literatura	29
9. Tablice	30
10. Oferta wybranych producentów technologii w obszarze produkcji i wykorzystania energii	41

Зміст

1. Введення	3
2. Види палива – установки для спалювання малої потужності у	4
3. Спалювання палива	8
4. Викиди	9
5. Методи зниження викидів	16
5.1. Редукція викидів NO _x	16
5.2. Редукція викидів SO _x	17
5.3. Редукція викидів пилу	18
6. Котли малої потужності на тверде паливо	21
7. Польсько виробники котлів малої потужності	27
8. Література	29
9. Таблиці	30
10. Пропозиція обрані виробники технологій в обшарі виробництва і використання енергії	41

1. Wprowadzenie

Szanowny Czytelniku,

Niniejszy katalog został opracowany w ramach realizacji projektu pt. *Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw obwodu lwowskiego poprzez wdrażanie innowacyjnych technologii wykorzystania lokalnych surowców energetycznych*, który otrzymał dofinansowanie programu polskiej pomocy rozwojowej Ministerstwa Spraw Zagranicznych RP.

Katalog stanowi zbiór wybranych krajowych ekoinnowacyjnych technologii energetycznych i obejmuje m.in. kotły o małej mocy na paliwa stałe, w tym na biomasę, systemy odzysku ciepła, systemy oczyszczania spalin oraz dobre praktyki wdrażania tych technologii.

Katalog został opracowany w Zakładzie Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach, dzięki współpracy z firmami krajowymi.

1. Введення

Шановний Читачу,

Цей каталог був розроблений в рамках проекту під назвою *Підвищення конкурентоспроможності підприємств Львівської області за рахунок впровадження інноваційних технологій для використання місцевих енергетичних ресурсів*, який отримав дофінансування з програми польської допомоги в цілях розвитку Міністерства закордонних справ Польщі.

Каталог являє собою збір окремих національних енергетичних еко-інноваційних технологій і включає в себе між іншими котли малої потужності на тверде паливо, в тому числі на біомасу, системи рекуперації тепла, системи очищення вихлопних газів і добрі практики впровадження цих технологій.

Каталог був розроблений на кафедрі енергозбереження та охорони атмосферного повітря Центрального інституту гірництва в м. Катовіце, завдяки співпраці з вітчизняними фірмами.

ARDEO S.C.

CARBOTHERM®

Galmef
tworzymy rzeczy mądre

KOMIN®
FLEX_{HMS}

MCE
TECHNIKA GRZEWcza I SANITARNA

paCERPOL
TECHNOLOGIE PRZYJAZNE ŚRODOWISKU

Remo-Komplex
specjalistyczne techniki spalania

Budkot

FAKO®

KLIMOSZ

KOTŁY GRZEWcze

PP METALBET
Tarach

RAKOCZY®
SOLIDNE CIEPŁO

SIMAR
Kotły grzewcze

2. Rodzaje paliw – instalacje spalania o małej mocy

Jakość stosowanego paliwa stałego wpływa nie tylko na bezawaryjną i bezproblemową pracę kotła, ale przede wszystkim zapewnia uzyskanie sprawności energetycznej oraz efektywności środowiskowej deklarowanej przez producenta instalacji spalania. Dodatkowo, dobór paliwa o odpowiednich parametrach zapewnia oszczędność zużywanego paliwa, a tym samym uzyskanie korzyści ekonomicznych.

Do paliw stałych zaliczamy tzw. naturalne paliwa mineralne (węgiel kamienny, węgiel brunatny), paliwa formowane (koks, brykiet, pellety), torf, biomasę (drewno kawałkowe, słoma, węgiel drzewny) oraz odpady stanowiące pozostałości poprodukcyjne. W polskiej tzw. małej energetyce nadal dominującym paliwem jest węgiel kamienny, a rynek węgla jest dobrze zorganizowany i obejmuje obszar całego kraju.

Węgiel dzieli się na typy, sortymenty i klasy. O typie węgla decydują jego naturalne cechy, charakteryzujące jego przydatność technologiczną (zawartość części lotnych, zdolność do spiekania, ciepło spalania, dylatacja). Do kotłów zasilających budownictwo jednorodzinne stosuje się węgiel typu od 31 do 33. Podział węgla na klasy prowadzony jest w oparciu o ich: wartość opałową, zawartość: popiołu i siarki w stanie roboczym. Im wyższa wartość opałowa tym więcej energii uzyskamy. Wyróżnia się cztery gatunki węgla. Im niższa klasa węgla i drobniejsze uziarnienie tym gorszy gatunek węgla. W zależności od granicznej wielkości ziarna węgiel dzieli się na sortymenty: grube, średnie, drobne, miałowe, mułowe, co ma znaczenie technologiczne. Konstrukcje kotłów dostosowywane są do odpowiednich sortymentów paliwa. Najpopularniejsze sortymenty węgla to: orzech, miał oraz ekogroszek. Ze względu na sortyment, wyróżnia się trzy główne rodzaje kotłów: kotły na węgiel (sortyment gruby), kotły na miał oraz kotły retortowe wyposażone w podajnik paliwa, w których najlepiej spala się ekogroszek [1].



Ekogroszek (węgiel ekogroszek) przeznaczony jest do wytwarzania ciepła użytkowego w kotłach retortowych z podajnikiem. Jest to paliwo stałe produkowane z węgla kamiennego lub brunatnego o granulacji od 5 do 25 mm. Ekogroszek uzyskuje się w procesie kruszenia i odsiewania. Wytwarzany jest z wysokokalorycznego węgla, którego wartość opałowa ≥ 24 MJ/kg, charakteryzuje się niską zawartością

2. Види палива - установки для сжигания малой мощности

Якість використаного твердого палива впливає не тільки на безаварійну і безперебійну роботу котла, але в першу чергу забезпечує енергетичну ефективність і екологічну ефективність, заявлену виробником установок для спалювання. Крім того, вибір відповідних параметрів палива забезпечує ефективність використання палива і, таким чином, отримання економічної вигоди.

До твердих видів палива включають так звані конвенціональні мінеральні палива (кам'яне вугілля, буре вугілля), утворені палива (кокс, брикети, пелети), торф, біомасу (зруби деревини, солом, деревне вугілля) і відходи, які повстали в процесі виробництва. У польській так званій малій енергетиці досі переважним паливом є вугілля, а ринок вугілля добре організований і охоплює всю країну.

Вугілля поділяється на типи, сортименти і класи. Про тип вугілля вирішують його природні особливості, що характеризуються своєю технологічною придатністю (вміст летючих речовин, здатність до спікання, теплота згорання, дилатація). До котлів, використаних в односімейному будівництві, вживається вугілля типу від 31 до 33. Принципом його поділу на класи є: теплотворна здатність, вміст попелу, сірки в робочому стані. Чим вище значення теплотворної здатності, тим більше тепла ми одержуємо. Є 4 види вугілля. Чим нижче клас вугілля і менше гранулювання, тим гірший сорт вугілля. Залежно від розміру зерен, вугілля ділиться на сортименти: грубий, середній, дрібний, штиб, мул, що має важливе технологічне значення. Конструкція котлів адаптована до відповідного сортименту палива. Більш популярні сортименти вугілля це: горіх, штиб і екогорошок. З уваги на сортимент існує три типи котлів. Вугільні котли (грубий сортимент), котли на штиб і ретортні котли, обладнані податчиком палива, в котрих найкраще спалювати екогорошок [1].



Екогорошок (вугілля екогорошок) призначений для виробництва тепла в ретортних котлах з податчиком. Це тверде паливо, отримане з кам'яного або бурого вугілля грануляцією від 5 до 25 мм, яке утворюється шляхом подрібнення і просіювання. Він складається з висококалорійного вугілля (теплотворність ≥ 24 МДж/кг). Завдяки тому при згорянні утворюється

rtością siarki ($\leq 1\%$ mas.), popiołu ($\leq 10\%$ mas.) i niską zdolnością do spiekania ($RI < 10$).

Dzięki temu podczas spalania wydzielane ilości tlenków siarki są niższe niż w przypadku innych węgli, a po jego spaleniu pozostaje stosunkowo mało popiołu. Spalanie ekogroszku w zasilanych automatycznie palnikach retortowych, w porównaniu do spalania w kotłach rusztowych zasilanych ręcznie, powoduje obniżenie zawartości tlenku węgla, węglowodorów aromatycznych, dioksyn, furanów i pyłów w spalinach. Ekogroszek dostępny jest w workach (25 kg) lub luzem. Zaletą ekogroszku kupowanego luzem jest jego niższa cena, ale chcąc zapewnić właściwą pracę kotła, zaleca się zakup ekogroszku workowanego, uzyskując gwarancję odpowiedniej kaloryczności, frakcji, wagi, jakości oraz większy komfort wynikający z czystości składowania. Porównując koszty ogrzewania domu ekogroszkiem, gazem, olejem czy energią elektryczną, to zdecydowanie ogrzewanie ekogroszkiem jest najtańszym sposobem [2].



Orzech stanowi typ węgla kamiennego charakteryzujący się granulacją, wahającą się w przedziale 25–80 mm. Orzech należy do grupy sortymentów węgla grubych. Jest to węgiel płomienny, który

charakteryzuje się długim i bardzo jasnym płomieniem przy spalaniu. Wysoka wartość opałowa w stanie roboczym 25–30 MJ/kg sprawia, że jest to paliwo bardzo wydajne i wygodne w użytkowaniu. Parametry: zawartość popiołu na poziomie $< 7\%$ mas., zawartość siarki na poziomie $< 0,6\%$ mas., zawartość wilgoci $< 10\%$ mas. Dostępny jest luzem lub pakowany w workach po 20–25 kg. Węgiel orzech przeznaczony jest do spalania w kotłach zasypowych.



Koks opałowy jest paliwem uzyskiwanym przez wygrzewanie węgla kamiennego w temperaturze $\sim 1000^\circ\text{C}$ w komorach kokso-

wniczych w atmosferze (praktycznie) beztlenowej. W wyniku procesu powstaje koks o zawartości pierwiastka C od 90 do 95% mas. i wartości opałowej ~ 30 MJ/kg. Koks spala się powoli, długo, utrzymując wysoką temperaturę. Nadaje się on do ciągłego palenia w piecach (poza kaflowymi), piecykach i kotłach służących do ogrzewania pomieszczeń, podgrzewania wody użytkowej czy przygotowywania posiłków. Jest też wygodny w praktycznym użyciu. Koks w odróżnieniu od węgla, nie brudzi ani też zbytnio nie kurzy.

меньша кількість оксидів сірки, ніж в випадку іншого характеризується низьким вмістом сірки ($\leq 1\%$), попелу ($\leq 10\%$) і низькою здатністю до спікання ($RI < 10$).

вугілля, і після повного спалення залишається порівняно мало попелу. Спалювання екогросзку в автоматичних ретортних пальниках з автоматичною подачею, в порівнянні зі спалюванням в котлах з решіткою і з ручним завантаженням, викликає зниження кількості окису вуглецю, ароматичних вуглеводнів, діоксин, фурану і твердих частинок в вихлопних газах. Екогросшок доступний в мішках (25 кг), або розсипом. Перевагою екогросзку розсипом є його нища ціна, але для того, щоб забезпечити правильну роботу котла, рекомендується придбати екогросшок в мішках, отримуючи гарантію адекватної теплотворної здатності, фракції, ваги, якості і більший комфорт завдяки чистоті зберігання. Порівнюючи вартість опалення будинку екогросшком, газом, нафтою або електроенергією, безумовно, обігрів екогросшком є найдешевшим способом [2].



Горіх є одним із видів вугілля, виділеного в першу чергу заради зернистості в діапазоні від 25–80 мм. Горіх відноситься до групи

сортиментів грубих вугілля. Це полум'яне вугілля, яке характеризується тривалим і дуже яскравим полум'ям при горінні. Висока теплотворна здатність 25-30 МДж/кг робить це паливо дуже економічним і зручним у використанні. Параметри: вміст попелу $< 7\%$, вміст сірки $< 0,6\%$, вміст води $< 10\%$. Він доступний розсипом або упакований в мішках по 20–25 кг. Вугілля горіх призначений для спалювання в засипних котлах старого і новоготипу.



Кокс це паливо, отримане шляхом ogrівання вугілля при температурі $\sim 1000^\circ\text{C}$ в камерах коксування в атмосфері (практично) безкисневої. В результаті процесу коксування

виникає між іншим кокс зі змістом елементу C від 90 до 95% і теплотворною здатністю ~ 30 МДж/кг. Кокс горить повільно і довго утримує високу температуру. Тому він підходить для печей безперервного palіння (за винятком кахельних), і котлів, використовуваних для опалення приміщень, підігріву води або приготування їжі. Це також зручно в практичному використанні. Кокс на відміну від вугілля, не забруджує і з нього не так багато пилу.

W czasie palenia nie dymi, ponieważ nie zawiera substancji lotnych czy smolistych [3]. Wadą koksu opałowego jest słaba palność.



Miał węglowy jest jednym z produktów powstałych w procesie obróbki węgla kamiennego i jest najdrobniejszą jego formą (średnica ziarna nie przekracza 6 mm). Miał jest najtańszym paliwem opałowym dostępnym na polskim rynku. Jest to sortyment produkowany w największych ilościach, a jego głównymi odbiorcami są elektrownie i elektrociepłownie. Miał wykorzystywany jest również w gospodarstwach domowych, w specjalnie przystosowanych do tego piecach. Niższa cena związana jest z relatywnie mniejszą wartością opałową i większym zanieczyszczeniem tego surowca, dlatego po procesie spalania pozostaje więcej produktów ubocznych. Transport i przechowywanie wiąże się z wysoką emisją pyłu do otoczenia. Typowe parametry miału: wartość opałowa 19–22 MJ/kg, zawartość popiołu do 12% mas., siarki do 0,6% mas. [4][5].



Węgiel brunatny jest paliwem regionalnym, dostępnym w pobliżu kopalni węgla brunatnego. Węgiel ten jest przede wszystkim wykorzystywany przez przemysł.

Ze względu na swoją niską cenę znajduje również zastosowanie w ciepłownictwie. Niska cena wynika głównie z dobrej dostępności złoża (odkrywka). Węgiel brunatny jest zdecydowanie gorszym paliwem niż węgiel kamienny. Zawartość: wilgoci w stanie roboczym wynosi do 55% mas., popiołu od 20 do 35% mas. i siarki ~ 2% mas. Węgiel brunatny przed spalaniem wymaga podsuszenia [6][7][8].

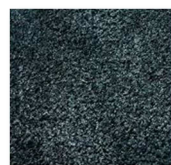


Biomasa drzewna. Do spalania w kotłach stosuje się drewno z drzew liściastych, takie jak: buk, grab, dąb, klon, olcha, brzoza. Wartość opałowa drewna po dwuletnim sezonowaniu kształtuje się na poziomie około 14 MJ/kg, a zawartość wilgoci wynosi 12–25% mas.



Zrębki drzewne, czyli rozdrobnione drewno o nieregularnych kształtach. Zrębki są to odpady z zakładów przetwarzających drewno, w tartakach, z trzebień drzewostanów itp. Z uwagi na właściwości higroskopijne są podatne na pleśń, grzyby i wymagają przechowywania w suchych, przewiewnych pomieszczeniach.

Під час його спалювання немає диму, тому що кокс не містить летючих речовин або смол [3].



Штиб є одним з продуктів, що утворюються при переробці вугілля і це його найменша форма (середній діаметр частинок не більше 6 мм). Він є найдешевшим паливом на польському ринку. Цей сортимент виробляється в найбільших кількостях, і його основними отримувачами є електростанції і електротеплостанції. Він також використовується в домашніх господарствах, в спеціально пристосованих до нього печах. Різниця в ціні пов'язана з більш низькою теплотворною здатністю і вищою забрудненістю сировини, тому після процесу згоряння залишається більше залишок. Транспортування і зберігання пов'язане з утворенням великої кількості вугільного пилу в повітрі. Параметри: теплотворна здатність 19–22 МДж/кг, зміст попелу до 12%, сірки до 0,6% [4][5].



Буре вугілля є регіональним паливом, доступним поблизу шахт бурого вугілля. Буре вугілля в основному використовується в промисловості, але через свою низьку ціну іноді використовується для опалення будинків. Низька ціна обумовлена слабкими параметрами цієї сировини. Буре вугілля це набагато гірше паливо, ніж кам'яне вугілля. Зміст: вологість 55%, зміст попелу від 20 до 35% і сірки ~ 2%. Буре вугілля перед спаленням вимагає часткової сушки [6][7][8].

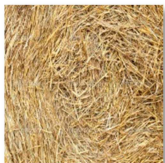


Деревна біомаса. Для спалювання в котлах використовується деревина з листяних порід дерев, таких як бук, граб, дуб, клен, вільха, береза. Калорійність деревини після 2-х років сезонуння знаходиться на рівні близько 14 МДж/кг, а зміст води становить 12–25%.



Тріска тобто подрібнена деревина неправильної форми. Тріска це відходи від переробки деревини на заводах, лісопилках і т.д. Завдяки гігроскопічності вона сприйнятлива до цвілі, грибків і потребує зберігання в сухих, провітрюваних приміщеннях. Іншими відходами деревообробної промисловості є кора, теплотворна здатність якої становить від 18–20 МДж/кг, зміст попелу 1–3% сухої ваги.

Innym odpadem przemysłu drzewnego jest kora, której wartość opałowa waha się w granicach 18–20 MJ/kg, zawartość popiołu 1–3% suchej masy. Przed podaniem kory do kotła z podajnikiem ślimakowym zaleca się poddać ją tzw. zrębkowaniu w rębaku z górnym zasypem, co odbywa się szybko i wymaga niewielkich ilości energii.



Słoma charakteryzuje się wartością opałową na poziomie 14–18 MJ/kg, może pochodzić ze wszystkich rodzajów zbóż (słoma rzepakowa, gryczana, z roślin strączkowych).

Występuje w postaci luźnej, pociętej w tzw. sieczkę, sprasowanej (tzw. baloty, np. prostopadłościennie o masie 10–15 kg), zrolowanej oraz w postaci brykietów i pelletów. Popiół pozostający po spaleniu słomy zawiera znaczne ilości tlenków wapnia i potasu, a więc nadaje się do stosowania, jako nawóz mineralny. Ze względu na niską temperaturę topnienia i zjawisko osiadania i oklejania wewnętrznych powierzchni ogrzewalnych kotła nie zaleca się stosować słomy jęczmiennej.

Jednym z najbardziej zaawansowanych technologicznie paliw z biomasy jest pellet.



Pellet dla instalacji o małej mocy produkowany jest z odpadów pochodzących z przerobu drewna (trociny, wióry, zrębki). Możliwe jest również wykorzystanie kory, upraw

energetycznych czy słomy. Pellet powstaje przez sprasowanie wysuszonego materiału (w tzw. pececiarkach) pod wysokim ciśnieniem. Lignina zawarta w materiale jest naturalnym spoiwem spajającym pellet. Ważne jest, aby stosowany pellet był dobrej jakości (spoiisty, o stabilnych parametrach i określonym składzie). Wartość opałowa pelletu wynosi 15–20 MJ/kg, wilgotność $\leq 10\%$ mas., zawartość popiołu $\leq 1,5\%$ mas. Pellety zaliczane są do paliw ekologicznych, podczas ich spalania emisja CO₂ jest równa ilości CO₂ zaabsorbowanemu przez rośliny w trakcie ich wzrostu, a brak obecności lepiszcza w paliwie jest dodatkową zaletą. Pellety dostępne są w workach (15 lub 25 kg) lub luzem.



Brykiet drzewny produkowany jest z rozdrobnionych odpadów drzewnych, takich jak trociny, wióry czy zrębki. Nie zawiera on żadnych substancji wiążących, gdyż powstaje w wyniku sprasowania trocin (w prasach mechanicznych lub hydraulicznych) pod wysokim ciśnieniem.

Перед подачею кори до котла з гвинтовим конвеєром рекомендується подрібнити її в подрібнювачі з верхнім завантаженням, що відбувається швидко і вимагає дуже мало енергії.



Солома має теплотворну здатність 15–18 МДж/кг, може бути отримана з усіх видів зернових культур (солома з ріпаку, гречки, бобових культур).

Вона поставляється розсипом, розрізаною на так звану сичку, або в пресованому виді (т. зв. тюки, наприклад, у формі паралелепіпеда вагою 10–15 кг.), або у згорнутому виді, а також у вигляді брикетів і пелетів. Попел, що залишився після спалювання соломи, містить значні кількості оксидів калію і кальцію, і тому підходить для використання в ролі добрива. Через низьку температуру плавлення і ефект осадження і склеювання внутрішньої поверхні котла не рекомендується використовувати ячмінну солому.

Один з найбільш технологічно просунутих видів палива з біомаси це пелети.



Пелети для обладнання малої потужності виробляються з відходів від процесу переробки деревини (тирса, стружка, тріска). Можна також використовувати кору, солому або енергетичні культури.

Пелети отримують шляхом пресування висушеного матеріалу (в так званих пелетарках) під високим тиском, а лігнін, що міститься в матеріалі, є природним склеювачем пелетів. Важливо використовувати хорошої якості пелети. Теплотворна здатність 16–20 МДж/кг, вологість $\leq 10\%$, вміст попелу $\leq 1,5\%$. Пелети класифікуються як екологічний вид палива, викиди CO₂ підчас їх згоряння дорівнюють кількості CO₂, яку поглинули рослини в процесі їх росту. Також відсутність сполучної речовини в паливі є додатковою перевагою. Пелети упаковують в мішки (15 або 25 кг), або він доступний розсипом.



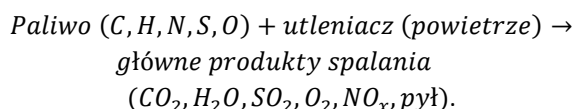
Брикет з деревини виготовляється з подрібнених деревних відходів, таких як тирса, стружка або тріска. Він не містить будь-якої сполучної речовини, а повстає шляхом пресування

деревної тирси (в механічних або гідравлічних пресах) під високим тиском. Енергетична вартість > 16 МДж/кг, вміст води 8–10%, вміст попелу 3%, вміст сірки 0,03%. Брикет з деревини виступає найчастіше у формі куба або циліндра, упакований

Wartość energetyczna > 16 MJ/kg, wilgotność 8–10%, zawartość popiołu do 3% mas., zawartość siarki do 0,03% mas. Brykiet drzewny występuje najczęściej w kształcie kostki lub walca, pakowany jest w worki po 10 kg. Jest czystym i łatwym paliwem zarówno w transporcie, układaniu, jak i przechowywaniu [9]–[12].

3. Spalanie paliw

Spalanie jest procesem polegającym na reakcji utleniacza z paliwem, któremu towarzyszy wydzielanie się strumienia ciepła. Doprowadzany do spalania tlen najczęściej pochodzi z powietrza. Udział objętościowy tlenu w powietrzu wynosi około 20,9% obj. Spalanie można odbywać się w sposób całkowity (w spalinach brak jest palnych stałych związków chemicznych) i zupełny (w spalinach brak jest gazowych palnych związków chemicznych). Produkty spalania nazywane są spalinami. Ogólnie reakcję spalania paliwa można zapisać za pomocą następującego równania:



Należy jednak pamiętać, że rzeczywisty przebieg reakcji jest o wiele bardziej złożony, a w procesie powstają również: tlenki azotu (NO_x), SO_3 , CO, itd. Dodatkowo, paliwo zawiera również tlen, popiół czy wilgoć.

Rzeczywisty strumień powietrza, dostarczony do procesu spalania, określa się za pomocą współczynnika nadmiaru powietrza i oznacza λ . Współczynnik ten jest wielkością bezwymiarową. λ jest zdefiniowany jako stosunek rzeczywistej ilości powietrza doprowadzanej do spalania n'_a do stechiometrycznej ilości powietrza potrzebnej do spalania jednego mola substancji palnej n'_{amin}

$$\lambda = \frac{n'_a}{n'_{amin}} = \frac{n'_{O_2}}{n'_{O_{2min}}} \quad (1)$$

Wartość λ jest kontrolowana często na podstawie wyników pomiaru składu spalin. W przypadku pomiaru CO_2 w spalinach suchych ($[CO_2]$), i znajomości wartości maksymalnego stężenia CO_2 w spalinach suchych ($[CO_{2max}]$), lub w oparciu o pomiar stężenia tlenu ($[O_2]$)

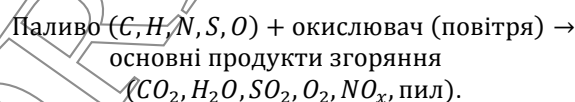
$$\lambda = \frac{[CO_{2max}]}{[CO_2]} = \frac{[O_{2max}]}{[O_{2max}] - [O_2]} \quad (2)$$

Zawartość $[O_{2max}]$ w spalinach suchych w przypadku spalania w powietrzu wynosi $[O_{2max}] \cong 20,9\%$ obj., a wartość $[CO_{2max}]$ wyznacza się dla danego paliwa przy założeniu spalania całkowitego i zupełnego dla $\lambda = 1$.

w мішки по 10 кг є чистим і вигідним паливом як в транспортуванні, укладанні, так і зберіганні [9]–[12].

3. Спалювання палива

Спалювання це процес реакції окислювача з паливом, котрий супроводжується виділенням теплового потоку. Потрібний для спалювання кисень, як правило, отримують з повітря. Об'ємна частка кисню в повітрі становить приблизно 20,9% за обсягом. Спалювання може бути здійснено в спосіб цілковитий (в вихлопних газах немає твердих горючих хімічних сполук) і повний (в вихлопних газах немає газових горючих хімічних сполук). Продукти спалювання називаються вихлопними газами. Загалом, реакція спалювання палива може бути записана з використанням наступного рівняння:



Однак слід зазначити, що фактична реакція є набагато більш складною, і в цьому процесі також утворюються: оксиди азоту (NO_x), SO_3 , CO і т. д. Крім того, паливо також містить кисень, золу і вологу.

Фактичний потік повітря, що подається в процесі спалювання, визначається за допомогою коефіцієнта надлишку повітря і позначається λ . Цей коефіцієнт є безрозмірним, і визначається як відношення фактичної кількості повітря, що подається до спалювання n'_a до стехіометричної кількості повітря, необхідної для згоряння одного моля горючої речовини n'_{amin}

$$\lambda = \frac{n'_a}{n'_{amin}} = \frac{n'_{O_2}}{n'_{O_{2min}}} \quad (1)$$

Величина λ часто контролюється на основі результатів вимірювання складу вихлопних газів. В випадку вимірювання CO_2 в сухому димовому газі ($[CO_2]$), а також знайомість величини максимальної концентрації CO_2 в сухому димовому газі ($[CO_{2max}]$), або на основі вимірювання концентрації кисню ($[O_2]$)

$$\lambda = \frac{[CO_{2max}]}{[CO_2]} = \frac{[O_{2max}]}{[O_{2max}] - [O_2]} \quad (2)$$

Величина $[O_{2max}]$ в сухому димовому газі в випадку спалювання в повітря становить $[O_{2max}] \cong 20,9\%$ об'єму, а величина $[CO_{2max}]$ визначається для палива в припущенні повного згоряння для $\lambda = 1$.

Wartość $[CO_{2max}]$ dla różnych paliw, w tym węgla ukraińskiego zestawiono w tabeli 1. W kolejnej tablicy zestawiono wartości λ stosowane podczas spalania różnych paliw w różnych typach palenisk.

Величина $[CO_{2max}]$ для різних видів палива, в тому числі українського вугілля, приведена в таблиці 1. В наступній таблиці нижче представлені величини λ , які використовуються при спалюванні різних видів палива в різних типах топків.

Tabela 1. Przykładowe stężenia $[CO_{2max}]$ w produktach spalania różnych paliw w powietrzu/ Приклади концентрації $[CO_{2max}]$ різних видів палива

Rodzaj paliwa/ Види палива	Węgiel kamienny PL [13] Кам'яне вугілля PL	Węgiel brunatny PL [14] Буре вугілля PL	Torf [15] Торф	Węgiel UA [16] Кам'яне вугілля UA	Biomasa [14] Біомаса	Mazut [15] Мазут
Skład, % mas.*						
C	82,83	65,75	57,8	81,73	33,08	87,2
H	4,39	5,07	6,0	5,41	3,96	11,2
S	0,85	2,47	0,3	2,16	0,05	0,5
N	1,44	1,68	2,5	1,51	0,22	0
O	10,49	25,03	33,4	9,19	62,69	0,9
Wartość opałowa W_{dn} , MJ/kg	33,96	29,13	27,22	33,46	15,58	44,57
$[CO_{2max}]$, % obj.	19,2	19,3	19,4	18,5	29,0	16,11

*Skład suchy i bezpopiołowy (DAF)/ Зміст сухий и без золи

Tablica 2. Wartość współczynnika nadmiaru λ dla różnych rodzajów paliwa i typów palenisk [17]/ Величина коефіцієнта надлишку λ для різних видів палива і типів топків

Typ paleniska/ Тип топки	Rodzaj paliwa/ Види палива	Współczynnik nadmiaru powietrza λ Величина коефіцієнта надлишку λ
Ręczne/ Ручні	Węgiel kamienny – kostka/ Кам'яне вугілля – куски Węgiel kamienny – miat/ Кам'яне вугілля – штиб Węgiel brunatny/ буре вугілля Koks/ кокс Drewno/ деревина Torf/ торф	1,5–1,9 1,7–2,2 1,5–1,8 1,25–1,5 1,3–1,35 1,3–1,4
Mechaniczne taśmowe z mechanicznym podmuchem powietrza/ Механічні транспортери з механічним надмухом повітря	Węgiel kamienny/ Кам'яне вугілля Węgiel brunatny/ буре вугілля	1,25–1,6 1,3–1,5
Pyłowe/ пилові	Pył węglowy (mieszanina pyłu węgla kamiennego, brunatnego, koksu i torfu)/ вугільний пил (суміш Кам'яне вугільний пил, буре вугілля, кокс і торф)	1,2–1,3
Olejowe/ масляні	Oleje opałowe, mazut/ топковий мазут, мазут	1,2–1,5
Gazowe/ газові	Gaz ziemny/ природний газ Palne gazy techniczne – palniki nadmuchiowe/ горючі технічні гази – надмухові пальники Palne gazy techniczne – palniki atmosferyczne/ горючі технічні гази – атмосферні пальники	1,05–1,25 1,1–1,3 1,25–1,5

4. Emisje

Głównymi produktami procesu spalania są dwutlenek węgla i para wodna. Powstają również zanieczyszczenia, spośród których należy wymienić: sadzę, tlenek węgla, tlenki siarki (SO_2 i SO_3) i tlenki azotu (NO , NO_2 , N_2O), oraz pył i niespalone węglowodory. Emisja zanieczyszczeń do powietrza, tj. CO_2 , NO_x , CO , SO_x czy pyłów jest uzależniona od jakości i rodzaju paliwa oraz technologii jego spalania, jak również prowadzenia samego procesu spalania.

4. Викиди

Основними продуктами згоряння є вуглекислий газ і водяна пара. Також виникають занецищення, які включають в себе: сажу, окис вуглецю, оксиди сірки (SO_2 i SO_3) i оксиди азоту (NO , NO_2 та N_2O), а також пил і незгорілі вуглеводні. Викиди в атмосферу, тобто CO_2 , NO_x , CO , SO_x та пилу залежать від якості і виду палива і технології його спалювання, а також проведення процесу згоряння. Наприклад, нагрівання палива з високим вмістом

Przykładowo, ogrzewanie paliwa o dużej zawartości części lotnych powoduje zwiększoną emisję gazów, tj. CO, CO₂, H₂, para wodna, itd. Stanowi to duży problem, zwłaszcza w kotłach z dolnym spalaniem, w których żarzące się na ruszcie dolnym paliwo podgrzewa warstwę paliwa znajdującą się nad nim. Podgrzane paliwo (węgiel) zaczyna odgazowywać – „dymić”. Dym zawierający substancje palne m.in. sadzę, CO czy H₂ uchodzi do atmosfery. Nie dochodzi do zapłonu, ponieważ wydzielające się gazy zawierają również parę wodną, która pochłania ciepło. Również ze względu na fakt, że część składników substancji odgazowujących wymaga do inicjacji spalania wyższych temperatur niż występujące przy dolnym spalaniu.

Dwutlenek węgla (CO₂) jest zaliczany do gazów cieplarnianych. Absorbuje on promieniowanie podczerwone wypromieniowane z Ziemi i następnie oddaje (reemituje) do atmosfery, w wyniku czego następuje zwiększenie temperatury powierzchni naszej planety. Zaburza to bilans energetyczny i jest podstawowym elementem powodującym globalne ocieplenie. Posiada on również negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Zatrucie CO₂ polega na połączeniu niedotlenienia i podwyższonego ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi. W stężeniu powyżej 20% obj. powoduje śmierć w kilka minut, a powyżej 30% obj. śmierć natychmiastową.

Sadza powstaje podczas niepełnego spalania paliw. Osadza się na powierzchniach ogrzewalnych wymiennika ciepła i przewodach kominowych. Zmniejsza tym samym strumień ciepła przekazywany do czynnika grzewczego i zwiększa opory przepływu. W skrajnych przypadkach zarosnięte sadzą i pyłem przewody spalinowe obniżają ciąg kominowy. Skutkuje to brakiem dopływu świeżego strumienia powietrza do spalania i prowadzi do niecałkowitego procesu spalania – tworzy się tlenek węgla (CO). Jest to sytuacja niekorzystna i niebezpieczna. Tlenek węgla jest gazem trującym, bezbarwnym i bezwonny w stężeniu powyżej 1% obj. powoduje natychmiastowy zgon.

Tlenki azotu (NO_x) powstają podczas spalania paliw gazowych w rezultacie utleniania azotu wprowadzonego do komory spalania z powietrzem lub paliwem. NO_x wywierają negatywny wpływ na środowisko, przyczyniając się do: efektu cieplarnianego, powstawania smogu fotochemicznego czy kwaśnych deszczy. Wpływają również negatywnie na zdrowie człowieka, powodując: niedotlenienie

lotujących substancji powoduje do zwiększenia wycieków parникових газів, тобто CO, CO₂, H₂, пар і т.д.. Це велика проблема, особливо в котлах з нижнім спалюванням, в яких тліюче паливо на нижній решітці нагріває шар палива над ним. Нагріте паливо (вугілля) починає дегазувати – "димити". Дим, що містить горючі речовини, серед іншого, сажу, CO або H₂, виходить в атмосферу. Там не настає запалювання, тому що випромінювані гази містять також водяний пар, який поглинає тепло, а також в зв'язку з тим, що частина компонентів дегазації вимагає більш високої температури, ніж температура в зонах котлів, яка виникає при такому спалюванні.

Вуглекислий газ (CO₂) класифікується як парникові гази. Він поглинає інфрачервоне випромінювання, що випускається з Землі, і потім він віддає (переїзлучає) в атмосферу, що призводить до збільшення температури поверхні планети. Це порушує енергетичний баланс і є істотним елементом глобального потепління. Він також оказує негативний вплив на здоров'я людини. Отруєння CO₂ полягає на поєднанні гіпоксії і підвищеного парціального тиску вуглекислого газу в крові. При концентраціях вище 20% об'єму він призводить до смерті протягом декількох хвилин, а вище ніж 30% до миттєвої смерті.

Сажа утворюється при неповному згорянні палива. Вона осідає на поверхнях нагріву теплообмінника і димоходах. Таким чином, вона зменшує потік тепла, що поступає до теплового елементу, і опір потоку збільшується. У крайніх випадках забрудненні кіптявою і пилом труби знижують тягу димоходу. Це призводить до відсутності подачі свіжого потоку повітря для горіння, що призводить до неповного процесу згорання – утворюється окис вуглецю (CO). Така ситуація є несприятливою і небезпечною. Окис вуглецю є отруйним газом, без кольору і запаху, в концентраціях, що перевищують 1% об'єму призводить до негайної смерті.

Оксиди азоту (NO_x) утворюються при спалюванні газу в результаті окислення азоту, що вводиться в камеру згорання з повітрям або паливом. NO_x чинять негативний вплив на навколишнє середовище, що сприяє парниковому ефекту, утворенню фотохімічного смогу і кислотних дощів. Вони також впливають негативно на здоров'я людини, викликаючи: гіпоксію організму, зниження обороноздатності імунною системи проти бактеріа-

organizmu, obniżenie zdolności obronnej ustroju przed infekcjami bakteryjnymi, rozedmę płuc, zmiany we włóknach kolagenowych płuc, ubytki w nabłonku rzęskowym, gruczolakowy przerost nabłonka oskrzeli i oskrzelików.

Tlenek siarki (IV) SO_2 i tlenek siarki (VI) – SO_3 powstają głównie podczas procesu utleniania siarki zawartej w paliwie. SO_2 ze spalin dostaje się do atmosfery, gdzie powoli utleniane jest do SO_3 . W atmosferze, SO_3 w reakcji z parą wodną, tworzy kwas siarkowy (VI) – H_2SO_4 , który razem ze skroploną parą wodną opada na ziemię w postaci kwaśnych deszczy.

Stężenie danego związku podawane jest w: ppm; % obj. lub mg/m^3 . Zależność pomiędzy nimi jest następująca: **1 ppm = 0,0001% obj.** Do przeliczenia ppm na mg/m^3 wykorzystuje się:

1) równanie Arrheniusa, zgodnie z którym 1 mol gazu doskonałego w warunkach normalnych zajmuje objętość $22,4 \text{ dm}^3$, czyli $v = 22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}$,

2) wzór na stężenie danego związku o masie molowej M_i w warunkach normalnych

$$S_{in} = \frac{M_i}{v} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad (3)$$

3) i dalej z proporcji; obliczone ze wzoru (4) stężenie to 100%, czyli 10^6 ppm, a szukana wartość x ppm to

$$x_i = 22,4 \cdot 10^6 \cdot \frac{S_i}{M_i}; \text{ppm}, \quad (4)$$

S_i – stężenie danej substancji wyrażone w mg/m^3 .

Jeśli mamy zmierzoną wartość stężenia danej substancji w ppm, wówczas stężenie wyrażone w mg/m^3 obliczymy, przekształcając wzór (3)

$$S_i = \frac{x_i \cdot M_i}{22,4 \cdot 10^6} \cdot \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}. \quad (5)$$

Stężenie w tabelach 4 i 5 podane jest dla założonego stężenia tlenu w spalinach. Wykorzystując zależność

$$C_i = \left(\frac{20,95\% - C_{O2odn}}{20,95\% - C_{O2mierz}} \right) \cdot C_{imierz}, \quad (6)$$

C_i – stężenie i-tego składnika w odniesieniu do stężenia tlenu w spalinach w warunkach odniesienia; % obj.

C_{O2odn} – stężenie tlenu w spalinach w warunkach odniesienia; % obj.,

$C_{O2mierz}$ – zmierzone stężenie tlenu w spalinach; % obj.

C_{imierz} – zmierzone stężenie i-tego składnika w spalinach; % obj.

Możliwe jest określenie, czy zmierzona wartość stężenia danego składnika mieści się w normach podanych dla określonego stężenia tlenu w spalinach.

льних інфекцій, емфізему, зміни в колагенових волокнах, дефекти миготливого епітелію легких, залізову епітеліальну гіперплазію бронхів і бронхіол.

Оксид сірки (IV) SO_2 , і оксид сірки (VI) – SO_3 в основному, утворюються в процесі окислення сірки, що міститься в паливі. SO_2 з димового газу надходить в атмосферу, де він повільно окислюється до SO_3 . В атмосфері SO_3 , в результаті реакції з паром утворює сірчану кислоту (VI) – H_2SO_4 , яка разом з конденсованим паром падає на землю у вигляді кислотних дощів.

Концентрацію цієї сполуки подають в ppm; % об'єму або mg/m^3 . Співвідношення між ними полягає в наступному: **1 ppm = 0,0001% об'єму.** У той час як для перерахування ppm на mg/m^3 використовується:

1) рівняння Арреніуса, відповідно до якого 1 моль ідеального газу при нормальних умовах займає об'єм, тобто $22,4 \text{ dm}^3$, czyli $v = 22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}$

2) формула на концентрацію даної сполуки в нормальних умовах

$$S_{in} = \frac{M_i}{v} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \quad (3)$$

3) і далі з пропорції; розраховано за формулою (4) концентрація становить 100%, або 10^6 ppm, а пошуковане значення x ppm то

$$x_i = 22,4 \cdot 10^6 \cdot \frac{S_i}{M_i}; \text{ppm}, \quad (4)$$

S_i – концентрація даної речовини, вираженої в mg/m^3 .

Або, якщо в нас є вимірне значення концентрації речовини в ppm тоді концентрацію в mg/m^3 обрахуємо, перетворюючи залежність (3)

$$S_i = \frac{x_i \cdot M_i}{22,4 \cdot 10^6} \cdot \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}. \quad (5)$$

Концентрація в таблицях 4 і 5 наводиться для передбачуваної концентрації кисню у вихлопних газах. Шляхом використання залежності

$$C_i = \left(\frac{20,95\% - C_{O2odn}}{20,95\% - C_{O2mierz}} \right) \cdot C_{imierz}, \quad (6)$$

C_i – концентрація цього компонента по відношенню до концентрації кисню у вихлопних газах в стандартних умовах; % об'єму

C_{O2odn} – концентрація кисню у вихлопних газах при нормальних умовах; % об'єму

$C_{O2mierz}$ – виміряна концентрація кисню у вихлопних газах; % об'єму

C_{imierz} – виміряна концентрація цього компонента в вихлопних газах; % об'єму.

можна перевірити, чи виміряна концентрація даного компонента міститься в нормах, поданих

Poziom dopuszczalnych emisji określają akty prawne krajowe i unijne:

1. W Polsce od roku 2014 kotły na węgiel i drewno muszą spełniać wymagania normy PN-EN 303-5:2012 [18]. Zgodnie z tą normą wyróżnia się trzy klasy emisyjne: 3 (najniższa), 4 i 5 (najwyższa) – tabela 3.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE/2015/2193 z dn. 25 listopad 2015 w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania [19]– tabela 4.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dn. 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) [20].

Wszystkie określone w dyrektywach (pkt. 1 i 2) wielkości emisji oblicza się w temperaturze 273,15 K, pod ciśnieniem 101 300 Pa i w spalinach suchych, przy znormalizowanej zawartości O₂ w spalinach, wynoszącej 6% obj. dla paliw stałych, 3 % obj. dla obiektów energetycznego spalania innych niż turbiny i silniki gazowe wykorzystujące paliwa gazowe i płynne, oraz 15% obj. dla turbin i silników gazowych.

для окресленої концентрації кисню у вихлопних газах.

Рівень допустимих викидів визначають правові акти, національні та ЄС:

1. У Польщі з 2014 року котли на вугілля та деревину повинні відповідати критеріям норми PN-EN 303-5: 2012 [18]. Згідно з цим стандартом, існує три класи емісії: 3 (найнижчий), 4 і 5 (найвищий) – таблиця 3.
2. Директива Європейського парламенту та Ради ЄС/2015/2193 від 25 листопада 2015 року про обмеження викидів деяких забруднюючих речовин в атмосферне повітря від середніх об'єктів енергетичного спалювання [19] – таблиця 4.
3. Директива Європейського парламенту та Ради 2010/75/ЄС від 24 листопада 2010 р про промислові викиди (інтегрована профілактика забруднень і контроль над ними) [20].

Всі зазначені в директивах (pkt. 1 i 2) величини викидів розраховані при температурі 273,15 K і тиску 101 300 Па і в сухих димових газах при стандартизованому змісті O₂ в димових газах, котрий виносив 6% об'єму для твердих палив, 3 % об'єму для установок енергетичного спалювання інших, ніж турбіни і газові двигуни, що працюють на рідкому і газоподібному паливі, і 15% об'єму для газових турбін і газових двигунів.

Tabela 3. Standardy emisyjne dla kotłów grzewczych o mocy < 0,5 MW wg [18]/ Норми викидів для котлів з потужністю < 0,5 МВт згідно з

Paliwo/ Паливо	Nominalna moc ciepna, N _t kW/ Номинальна теплова потужність N _t kW	Graniczne wartości emisji/ Граничні значення викидів								
		mg/m ³ przy 10% obj. O ₂ w spalinach suchych/ в сухому димовому газі, 273,15 K, 101 300 Pa								
		CO		Zawartość lotnych związków organicznych/ Сумарний вміст летючих органічних сполук			Pył/ Пил			
		klasa/ клас		klasa/ клас			klasa/ клас			
Załadunek ręczny/ Ручне завантаження		3	4	5	3	4	5	3	4	5
Biopaliwo/ Біопаливо	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
	50 < N _t ≤ 150	2500			100					
	150 < N _t < 500	1200								
Paliwo kopalne/ викопне паливо	≤ 50	5000			150			125		
	50 < N _t < 150	2500			100					
	150 < N _t < 500	1200								
Załadunek automatyczny/ автоматичне завантаження		3	4	5	3	4	5	3	4	5
Biopaliwo/ Біопаливо	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
	50 < N _t < 150	2500			80					
	150 < N _t < 500	1200								
Paliwo kopalne/ Викопне паливо	≤ 50	3000			100			125		
	50 < N _t < 150	2500			80					
	150 < N _t < 500	1200								

W aktualnych zapisach dyrektywy nie określono emisji dopuszczalnych tlenku węgla (CO). Zgodnie z art. 12.2 dyrektywy do dnia 1.01.2023 r. komisja oceni, czy w przypadku niektórych lub wszystkich rodzajów średnich obiektów energetycznego spalania istnieje potrzeba uregulowania emisji CO. Kolejne przeglądy dotyczące emisji będą prowadzone co 10 lat i obejmą ocenę zasadności wprowadzenia bardziej rygorystycznych dopuszczalnych wielkości emisji, zwłaszcza w odniesieniu do obiektów nowych.

Актуальні записи директиви не встановлюють граничних значень викидів окису вуглецю (CO). Відповідно до статті 12.2 Директиви до 1.01.2023 р комісія проведе оцінку того, чи в випадку деяких або всіх типів середніх установок для спалювання існує необхідність в регулюванні викидів CO. Подальші дослідження з цього питання будуть проводитися кожні 10 років і будуть включати в себе оцінку того, чи є необхідність введення більш жорстких граничних значень викидів, особливо щодо нових об'єктів.

Tabela 4. Dopuszczalne wielkości emisji określone w Dyrektywie UE/2015/2193 [19]/ Граничні значення викидів, встановлені в Директиві UE/2015/2193

Obiekt/ Об'єкт	Data / дата	Paliwo/ Паливо	Zanieczyszczenie, mg/m ³ _n Забруднення		
			SO ₂	NO _x	Pył/ Пил
Nowy, inny niż silniki i turbiny gazowe/ Новий, інший ніж двигуни і газові турбіни	Od 1.01.2018	Biomasa za wyjątkiem obiektów opalanych wyłącznie biomasą drzewną/ За винятком об'єктів, опалювальних тільки деревною біомасою	200	300	20
		- obiekty o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 1 MW _t < N _t < 5 MW _t	-	500	50
		- obiekty o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 5 MW _t < N _t < 20 MW _t	30	-	30
		Inne paliwa stałe/ Інші тверді палива	400	300	20
		- obiekty o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 1 MW _t < N _t < 5 MW _t	50	500	-
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	-	200	-
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	350	300	20
		- obiekty należące do SIS i MIS/ об'єкти, що належать до SIS i MIS	1700	-	-
		- do 1.01.2025			
		a) spalanie oleju ciężkiego zawierającego/ спалювання важкої нафти, що містить 0,2% < N < 0,3%	350	450	20
Istniejący o nominalnej mocy cieplnej większej niż 5 MW, innych niż silniki i turbiny gazowe/ Існуючий з номінальною тепловою потужністю понад 5 МВт, інших ніж двигуни і газові турбіни	Od 1.01.2025	b) spalanie oleju ciężkiego zawierającego/ спалювання важкої нафти, що містить 0,2% > N	350	360	20
		Gaz ziemny/ Природний газ	-	100	-
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	35	200	-
		- gaz koksowniczy/ коксовий газ	400	200	-
		- gaz wielkopiecowy/ доменний газ	200	200	-
		- biogaz/ біогаз	100	200	-
		Biomasa stała za wyjątkiem obiektów opalanych wyłącznie biomasą drzewną/ Тверда біомаса за винятком будівель, опалювальних тільки деревною біомасою	200	650	30
		- obiekty opalane słomą/ об'єкти, опалюванні соломою	300	650	30
		Inne paliwa stałe/ Інші тверді палива	400	650	30
		- obiekty o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 5 MW _t < N _t < 20 MW _t	1100	650	50
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	-	200	-
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	350	650	30
		- do dnia/ до дня 1.01.2030 obiekty o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 5 MW _t < N _t < 20 MW _t opalane olejem ciężkim/ Опалювальні важкою нафтою	850	650	50
		Gaz ziemny/ Природний газ	-	200	-
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші			

Obiekt/ Об'єкт	Data / дата	Paliwo/ Паливо	Zanieczyszczenie, mg/m ³ _n Забруднення		
			SO ₂	NO _x	Pył/ Пил
		ніж природний газ	35	250	–
		- gaz koksowniczy/ коксовий газ	400	250	–
		- gaz wielkopiecowy/ доменний газ	200	250	–
		- biogaz/ біогаз	170	250	–
Istniejący, o nominalnej mocy cieplnej nie większej niż 5 MW, innych niż silniki i turbiny gazowe/ Існуючий з номінальною тепловою потужністю не більше ніж 5 МВт, інших ніж двигуни і газові турбіни	Od 1.01.2030	Biomasa stała za wyjątkiem obiektów opalanych wyłącznie biomasą drzewną/ Тверда біомаса за винятком будівель, опалювальних тільки деревною біомасою	200	650	50
		- obiekty opalane słomą/ об'єкти, опалюванні соломою	300	650	50
		Inne paliwa stałe/ Інші тверді палива	1100	650	50
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	200	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	350	650	50
		Gaz ziemny/ природний газ	–	250	–
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	300	250	–
		- gaz koksowniczy i wielkopiecowy/ коксовий газ і доменний газ	400	250	–
Nowe silniki i turbiny gazowe/ Нові двигуни і газові турбіни	Od 20.12.2018	Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	120	–	10
		- silniki Diesla należące do SIS lub MIS od / дизельні двигуни, що належать до SIS або MIS від 1.01.2025	590	–	75
		- dla obiektów o całkowitej nominalnej mocy cieplnej/ об'єкт загальною номінальною тепловою потужністю 1 MW _t < N _t < 5 MW _t	120	–	20
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	15	–	–
Nowe silniki- Silniki o czasie funkcjonowania od 500 do 1500h/rok mogą być zwolnione z obowiązku przestrzegania dopuszczalnych wielkości emisji, jeśli zastosowano w nich pierwotne środki ograniczenia emisji NO _x oraz spełniają ograniczenia dotyczące nowych silników od dnia 1.01.2025/ Нові двигуни- Двигуни з часом функціонування від 500 до 1500 год/рік можуть бути звільнені від дотримання граничних значень викидів, якщо в них використовують первинні заходи по зменшенню викидів NO _x і вони відповідають обмеженням для нових двигунів від дня 1.01.2025		- dla biogazu/ біогаз	40	–	–
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	190	–
		-silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem ciekłym/ Двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на рідкому паливі	–	225	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	–	190	–
		- silniki Diesla o nominalnej mocy cieplnej < 20 MW _t i prędkości obrotowej/ дизельні двигуни з номінальною тепловою потужністю < 20 МВт і оборотною швидкістю ≤ 1200 obr/min	–	225	–
		- silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem ciekłym/ Двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на рідкому паливі	–	225	–
		Gaz ziemny/ Природний газ	–	95	–
		- silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem gazowym/ двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на газовому паливі	–	190	–
Nowe turbiny gazowe – jedynie powyżej 70% obciążenia/ Нові газові турбіни - тільки вище 70% навантаження		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	–	190	–
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	75	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	–	75	–
		-obiekty należących do SIS lub MIS do dnia 1.01.2025/ об'єкти, що належать до SIS і MIS до 1.01.2025	–	550	–
		Gaz ziemny/ Природний газ	–	50	–

Obiekt/ Об'єкт	Data / дата	Paliwo/ Паливо	Zanieczyszczenie, mg/m ³ _n Забруднення		
			SO ₂	NO _x	Pył/ Пил
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	–	75	–
Istniejące silniki i turbiny gazowe/ Існуючі двигуни і газові турбіни	Od 1.01.2025	Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	120	–	10
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	15	–	–
		- dla biogazu/ біогаз - dla gazów koksowniczych/ коксовий газ - dla gazów wielkopiecowych/ доменний газ	60 130 65	– – –	– – –
Istniejące silniki/ Існуючі двигуни		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	190	–
		- silniki Diesla z przed 18.05.2006 i silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem ciekłym/ дизельні двигуни, створені раніше 18.05.2006 i двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на рідкому паливі	–	850	–
		- silniki o nominalnej mocy cieplnej/ дизельні двигуни z nominalną ciepłową potężnością 1 MW _t < N _t < 5 MW _t	–	250	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	–	190	–
		-silniki Diesla z przed 18.05.2006 i silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem ciekłym/ дизельні двигуни, створені раніше 18.05.2006 i двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на рідкому паливі	–	850	–
		- silniki o nominalnej mocy cieplnej/ дизельні двигуни z nominalną ciepłową potężnością 1 MW _t < N _t < 5 MW _t	–	250	–
		- silniki o nominalnej mocy cieplnej/ дизельні двигуни z nominalną ciepłową potężnością 5 MW _t < N _t < 20 MW _t	–	225	–
		Gaz ziemny/ Природний газ	–	190	–
		- silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem gazowym/ двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на газовому паливі	–	380	–
		Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	–	190	–
Istniejące turbiny gazowe – jedynie powyżej 70% obciążenia/ Існуючі газові турбіни - тільки вище 70% навантаження		- silniki dwupaliwowe w trybie zasilania paliwem gazowym/ двигуни, працюючі на двох видах палива в режимі праці на газовому паливі	–	380	–
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	200	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	–	200	–
		Gaz ziemny/ Природний газ	–	150	–
Nowe silniki w SIS i MIS/ Нові двигуни в SIS i MIS	Od 1.01.2025	Paliwa gazowe inne niż gaz ziemny/ Газові палива інші ніж природний газ	–	50	–
		Olej napędowy/ Дизельне паливо	–	1300	–
		-silniki Diesla o nominalnej mocy cieplnej < 20 MWt i prędkości obrotowej/ дизельні двигуни z nominalną ciepłową potężnością < 20 MBt i obrotową prędkością ≤ 1200 obr/min	–	1800	–
		- silniki Diesla o nominalnej mocy cieplnej/ дизельні двигуни z nominalną ciepłową potężnością > 20 MWt	–	750	–
		-silniki Diesla o prędkości obrotowej/ дизельні двигуни z obrotową prędkością > 1200 obr/min	–	1850	–
		Paliwa ciekłe inne niż olej napędowy/ Рідкі палива окрім дизельного палива	–	380	–

SIS – małe systemy wydzielone/ Малі ізольовані системи

MIS – mikrosystemy wydzielone/ Ізольовані мікросистеми

Od przedstawionych powyżej dopuszczalnych wartości emisji przewidziano szereg odstępstw i zwolnień, wyszczególnionych w art. 6 dyrektywy.

З наведених вище граничних значень викидів передбачено ряд відступів і винятків, зазначених у статті 6 Директиви.

5. Metody redukcji emisji

W celu ograniczenia uciążliwości procesów spalania paliw zarówno w małych instalacjach przydomowych, jak i w skali przemysłowej, podejmuje się działania w zakresie zmiany źródła energii oraz optymalizacji techniczno-technologicznej procesu przetwarzania energii. Metody, mające na celu obniżenie emisji zanieczyszczeń do środowiska, można podzielić ze względu na: 1) rodzaj usuwanego zanieczyszczenia (NO_x , SO_x , pył, inne); 2) miejsce i charakter stosowania na: metody pierwotne oraz wtórne. Metody wtórne dzieli się ze względu na charakter i rodzaj stosowanego sorbentu na metody mokre i suche.

Metody pierwotne redukcji emisji ukierunkowane na optymalizację procesów spalania, a w szczególności uzyskanie odpowiednich stref charakteryzujących się stosunkowo niską wartością współczynnika nadmiaru i brakiem stref wysokotemperaturowych (pików termicznych) w obszarze płomienia. Metody wtórne polegają na usuwaniu zanieczyszczeń ze spalin.

Metodą wtórną redukcji emisji zanieczyszczeń, w przypadku instalacji przydomowych, są dodatki paliwowe. Działanie dodatków polega na katalizowaniu utleniania paliwa i gazowych produktów niepełnego i niecałkowitego spalania. Kompozycja stosowanego dodatku i jego udział w stosunku do paliwa, powinien być dobrany indywidualnie w zależności od jego rodzaju. Istnieje kilkanaście różnych dodatków paliwowych o różnym składzie. Z informacji internetowej i podawanej z „ust do ust”, wynika, że polepszenie procesu spalania również uzyskuje się przez stosowanie zwykłej soli kuchennej w ilości ok. $7\text{--}8 \text{ g/m}^2$ powierzchni paleniska [21][20].

W przypadku instalacji o średniej i dużej mocy, w metodach mokrych używa się wodnych roztworów sorbentów, a w metodach suchych sorbentów bezwodnych, np. CaO lub CaCO_3 . W metodach obniżania zawartości NO_x stosuje się wodne roztwory NH_3 lub mocznik. Często zastosowanie znajdują katalizatory prowadzące do intensyfikacji przebiegu procesu w niskich temperaturach.

5.1. Redukcja emisji NO_x

Do grupy metod pierwotnych redukcji NO_x zalicza się: recyrkulację spalin, kontrolę liczby nadmiaru powietrza do spalania oraz stopniowe doprowadzanie powietrza lub paliwa do spalania. Jest to grupa metod

5. Методи зниження викидів

Для того, щоб зменшити шкідливість процесів згоряння палива в малих побутових установках і в промисловому масштабі вживаються заходи щодо зміни джерел енергії та оптимізації технічного і технологічного процесу перетворення енергії. Методи, спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин в навколишнє середовище, можна розділити з уваги на: 1) характер ліквідованих забруднюючих речовин (NO_x , SO_x , пил і т.д.); 2) місце і характер використання на: первинні і вторинні методи. Вторинні методи ділять у зв'язку з характером і типом використовуваного сорбенту на мокрі і сухі.

Первинні методи зменшення викидів спрямовані на оптимізацію процесу згоряння і, зокрема, отримання відповідних зон з відносно низьким значенням коефіцієнту надлишку та відсутністю температурних піків в області полум'я, а вторинні методи спрямовані на видалення забруднюючих речовин з димових газів.

В випадку побутових установок використовуваним вторинним методом зменшення емісії є паливні добавки. Добавки каталізують окислення палива і продуктів його неповного і нецілковитого згоряння. Склад використовуваної добавки і її пропорція в стосунку до палива повинні бути обрані індивідуально до типу палива. Є десяток різних паливних добавок з різними складами. З інформації, представленій в Інтернеті і такої, що передається з вуст до вуст, виникає, що поліпшення процесу згоряння також досягається за рахунок використання звичайної кухонної солі в кількості приблизно $7\text{--}8 \text{ г/м}^2$ поверхні топки [21].

У разі установок середньої і високої потужності, у мокрих методах використовуються водні розчини сорбентів, а в сухих методах сухі сорбенти, такі як CaO або CaCO_3 . В методах зниження вмісту оксидів азоту використовуються водні розчини NH_3 або сечовину. Часто використовують каталізатори, що призводять до інтенсифікації процесу при низьких температурах.

5.1. Редукція викидів NO_x

До групи первинних методів залічуються: рециркуляція вихлопних газів, контроль кількості надлишкового повітря для горіння і поступова подача повітря або палива для спалювання. Це група методів, використовуваних, зокрема, для

stosowana w szczególności do redukcji emisji NO_x . Stopniowanie powietrza do spalania było jedną z pierwszych metod opracowanych w celu obniżenia emisji tlenków azotu. Proces składa się z dwóch etapów. W pierwszym zachodzi spalanie z niedomiarem powietrza ($\lambda < 1$). Przy λ nieprzekraczającym wartości 0,6 strefa ta nie wnosi wkładu w emisję. W drugim etapie ma miejsce dopalanie. Wyniki badań wskazują, iż istotny wpływ na emisję NO_x ma ilość i rozmieszczenie dysz powietrza wtórnego i ich odległość od dysz powietrza pierwotnego. Innym sposobem pozwalającym na obniżenie emisji tlenków azotu jest kontrola współczynnika nadmiaru powietrza do spalania λ . Zastosowanie tej metody nie wymusza zmian konstrukcji palnika, a jedynie wymaga zapewnienia odpowiedniej kontroli stosunku paliwa do powietrza oraz uważnej kontroli liczby nadmiaru powietrza podczas działania urządzeń. Wysoce skuteczną pierwotną metodą obniżenia emisji tlenków azotu jest recyrkulacja spalin. Recyrkulacja wyrównuje pole temperatury w komorze, prowadzi do obniżenia stężenia tlenu w strefie spalania oraz skraca czas przebywania reagentów wewnątrz obszaru o najwyższej temperaturze. Efektywne wykorzystanie recyrkulacji spalin w płomieniach strumieniowych do obniżenia stężenia NO_x w spalinach, uzyskuje się przez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji dysz palnika. W paleniskach kotłowych małej mocy nie stosuje się innej efektywnej metody redukcji NO_x , jaką jest stopniowanie doprowadzania utleniacza do strefy spalania. W tego typu paleniskach metoda ta napotyka na trudności związane ze sposobem podawania paliwa do strefy spalania.

Metody wtórne redukcji NO_x to metody mokre. Dzieli się głównie na: metodę selektywnej niekatalitycznej redukcji (SNCR) i selektywnej redukcji katalitycznej (SCR). W przypadku redukcji NO_x metodą SNCR do spalin dodawane są m.in. amoniak, mocznik czy kwas cyjanurowy. Natomiast w metodzie SCR redukcja NO_x amoniakiem przebiega zarówno na metalach szlachetnych, jak i na tlenkach metali.

Metody wtórne wymagają dużo większych nakładów finansowych i niejednokrotnie wiążą się z problemami wymiany zużytego katalizatora.

5.2 Redukcja emisji SO_x

W kotłach o małej mocy nie stosuje się redukcji SO_x . Natomiast w kotłach o mocy powyżej kilku MW_t stosowane są głównie metody wtórne oparte

zniżenня викидів NO_x . Поступова подача повітря для горіння була одним з перших методів, розроблених для зниження викидів оксидів азоту. Процес складається з двох частин. По-перше, згорання з недоліком повітря. При λ , що не перевищує значення 0,6, ця зона не вносить вкладу у викиди. У другій частині відбувається допалення. Отримані результати свідчать про те, що значний вплив на емісію NO_x має кількість і розподіл вторинних повітряних сопел та їх відстань від первинних сопел повітря. Інший спосіб зниження викидів оксидів азоту є контроль коефіцієнта надлишку повітря для горіння λ . Застосування цього методу не вимушує зміни в конструкції пальника, тільки вимагає забезпечення достатнього контролю потоків палива і повітря, а також ретельного контролю кількості надлишкового повітря під час роботи обладнання. Високоєфективним первинним способом зниження викидів оксидів азоту є рециркуляція відпрацьованих газів. Рециркуляція вирівнює температурне поле в коморі, знижує концентрацію кисню в зоні горіння і скорочує час перебування реагентів в зоні найвищої температури. Ефективне використання рециркуляції вихлопних газів в потоковому полум'ї для зниження концентрації NO_x у вихлопних газах отримують за допомогою відповідної конструкції форсунок пальників. В малопотужних котлах не стосується будь-якого ефективного способу зниження вмісту оксидів азоту, яким є градація подачі окислювача в зону горіння. У такому обладнанні цей метод стикається з проблемами, пов'язаними зі шляху подачі палива в зону горіння.

Вторинні методи редукції NO_x є мокрими. Розділимо їх головним чином на: метод селективної некаталітичної редукції (СНКР) і селективної каталітичної редукції (СКР). У разі зниження NO_x шляхом СНКР в вихлопні гази додають між іншим: амоніак, сечовину або цианурову кислоту. На противагу цьому, в способі СКР зменшення NO_x амоніаком відбувається як на дорогісних металах, так і на оксидах металу.

Вторинні методи вимагають набагато більше фінансових вкладень і часто пов'язані з проблемами обміну відпрацьованого каталізатора.

5.2. Редукція викидів SO_x

Методи зниження викидів SO_x в котлах малої потужності не використовуються. Натомість в котлах з продуктивністю понад декілька МВт в осн

na usuwaniu zanieczyszczeń ze spalin. Wyjątek stanowi spalanie w kotle fluidalnym, gdzie adsorbent (kamień wapienny – min. 90% CaCO_3), wprowadzany jest wraz z paliwem stałym do komory paleniskowej. Jest to metoda sucha (bezpośrednia) redukcji SO_2 . Inne stosowane sorbenty to: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO czy dolomit $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$.

Oprócz metody suchej redukcji SO_2 można wyróżnić metody mokre. Zaletą metod mokrych jest ich wysoka skuteczność wynosząca ~ 90% i brak konieczności odpylania spalin. Natomiast poważną ich wadą jest powstawanie produktów ubocznych – ścieków i trudności eksploatacyjne w przypadku stosowania do współpracy z paleniskami o małej mocy. W przypadku metod mokrych redukcji SO_x , spaliny przemienia się w wodną zawiesinę wapna lub kamienia wapiennego w absorberze. W efekcie zachodzących reakcji tworzy się $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (gips), który stanowi uboczny produkt handlowy. Wśród metod mokrych znana jest również opracowana przez Doosana Lentjesa metoda oczyszczania spalin za pomocą wody morskiej. W skutek zastosowania metody Doosana Lentjesa powstają siarczany, stanowiące naturalny składnik wody morskiej. Jest to metoda, którą można wykorzystać tylko dla instalacji dużych zlokalizowanych w pobliżu akwenów ze słoną wodą.

5.3 Redukcja emisji pyłów

Ograniczenie emisji pyłu realizowane można osiągnąć dzięki zastosowaniu metod pierwotnych, które polegają na: a) ingerencji w paliwo przez usuwanie zanieczyszczeń z paliwa przed spalaniem, b) sprawności energetycznej instalacji i zwiększeniu sprawności urządzeń (modyfikacja komór czy palników). Metody wtórne usuwania pyłu wiążą się, m.in. ze stosowaniem dodatków do spalania, oczyszczaniem spalin w urządzeniach dodatkowych, tj. filtry, odpylacze odśrodkowe, inercyjne, elektrofiltry, skrubery.

W kotłach małej mocy (poniżej 1 MW_t) stosowanie odpylaczy jest sprawą niszową. Wiąże się to przede wszystkim z wysokimi kosztami inwestycyjnymi (20–40%) w stosunku do kosztu samego kotła. Spośród istniejących technik odpylania, stosowanych w instalacjach z kotłami o małej mocy, spotyka się rozwiązania oparte na: filtrach tkaninowych, elektrofiltrach czy cyklonach lub multicyklonach. Przykładowe realizacje elektrofiltrów na kotłach o małej mocy są przedstawione na rys. 1 [22] i 2 [23].

owemu wykorzystują się wtórni metody, zasnovani na vi dalenni zabrudniujuchi rečovini z di movi h gazi v. Viniatok ce spaliovanni v flui di zai cijnomu kotli, v jakomu po gli naci uchi material (vapniak – min. 90% CaCO_3) po da e t s j a z tverdim palivom v kameru zgori anni. Ce suchij sposi b (beposerednij) zni zheni a SO_2 . Viko risti vuj u t s j a takoz i n s i sorbenti: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO abo dolomit $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$.

Okrім сухого способу зменшення викидів SO_2 можна підкреслити мокрі методи. Перевагою мокрих методів є їх висока ефективність ~ 90% і відсутність необхідності знепилювання. На противагу цьому, серйозним недоліком є утворення побічних продуктів – стічних вод і експлуатаційні труднощі в випадку вживання для роботи з обладнанням малої потужності. У випадку мокрих методів редукції SO_x гази промивають водною суспензією вапна або вапняку в абсорбері. В результаті реакції утворюється $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (гіпс), який є побічним торговим продуктом.

Серед мокрих способів відомий також розроблений Doosan Lentjes метод очищення вихлопних газів з використанням морської води. В його результаті утворюються сульфати, які є природним компонентом морської води. Цей метод може бути використаний тільки для великих установок, розташованих поруч з аквеноми солоної води.

5.3 Редукція викидів пилу

Зменшення викидів пилу реалізуються первинними методами, що полягають на: а) втручанню в паливо шляхом видалення забруднюючих речовин з палива перед спалюванням, б) підвищенню енергоефективності та підвищенню ефективності пристроїв (модифікації камери або пальника). Втoринні методи видалення пилу пов'язані з, серед iншим, використанням добавок до спалювання, з очищенням вихлопних газів в додаткових пристроях, тобто фільтрах, відцентрованих та iнерційних пиловловлювачах, електрофільтрах, скруберах.

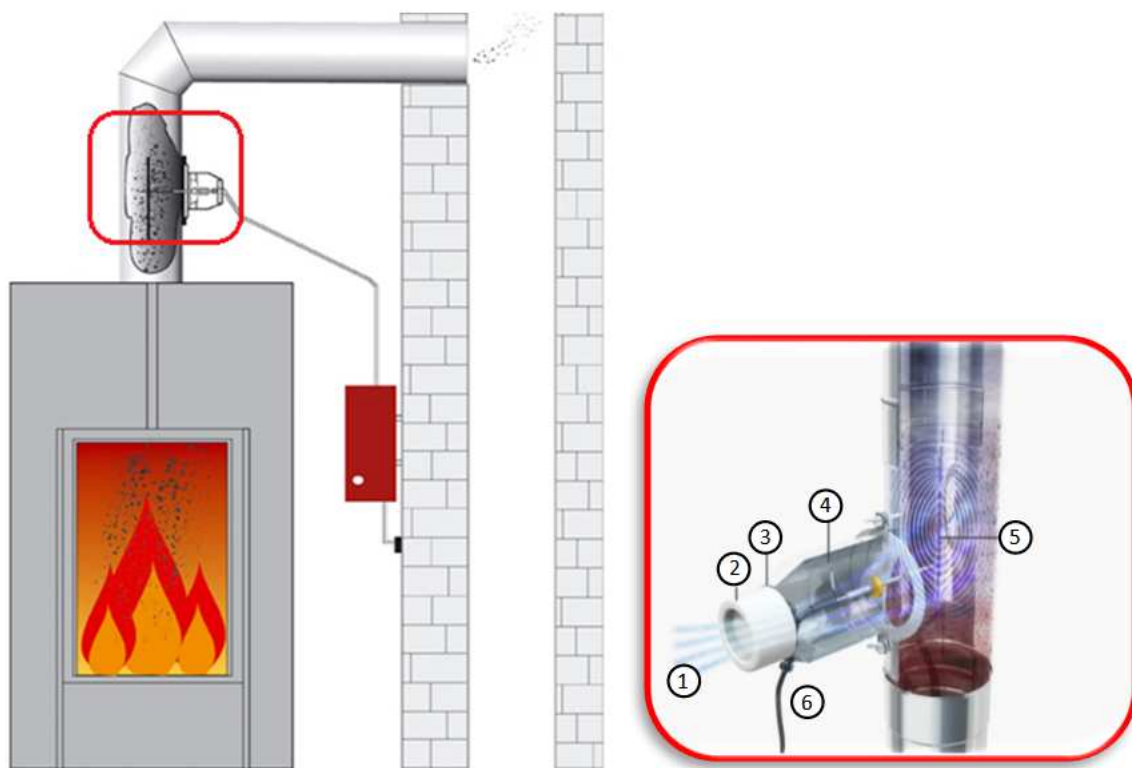
В котлах малої потужності (менше 1 МВт) використання пилозбірників є рідким. Це пов'язано в першу чергу з високими витратами на iнвестиції (20–40%) у порівнянні з вартістю котла. Серед iснуючих методів, використанням в зборі пилу в системах з котлами малої потужності, зустрiчаються розв'язання на основі: тканинних

Niektóre modele można montować zarówno jako łącznik między kotłem a kanałem spalinowym (rys. 1), i na kominie (rys. 2) [23]. Różne rozwiązania, w zależności od mocy kotła, można znaleźć na stronach producentów (rys. 3) [24]. Znany jest również system nazwany *öko CARBONIZER* [25], pozwalający na odzysk większego strumienia ciepła ze spalin opuszczających kocioł, a równocześnie wpływający na mniejszą emisję CO, pyłu czy innych gazowych zanieczyszczeń organicznych (oznaczanych jako OGC) – rys. 4. Stosowane są również rozwiązania z wykorzystaniem katalizatorów. Przykładowe rozwiązanie przedstawia rys. 5 [26]. Katalizator montowany jest wewnątrz kotła (temperatura pracy 650–860°C).

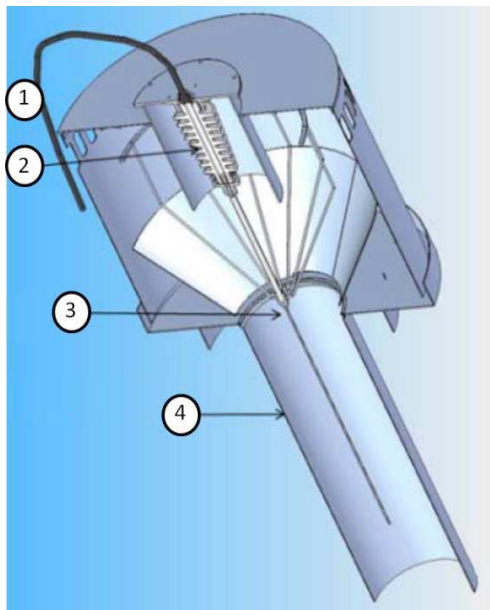
Istotną wadą eksploatacyjną elektrofiltrów związana jest z relatywnie wysokim zapotrzebowaniem energii dla zasilania urządzenia – 20-50 W + 1–2 W w trybie standby [22]. Przekłada się to na dodatkowy koszt energii elektrycznej wynoszący około 250–800 pln/rok.

фільтрів, електростатичних фільтрів або циклонів чи мультициклонів. Приклади електрофільтрів для малопотужних котлів представлені рис 1 [22] і 2 [23]. Деякі моделі можуть бути встановлені як в якості сполучної ланки між котлом і димарем (рис.1.), так і на димоході (рис.2.) [23]. Різні рішення в залежності від потужності котла можна знайти на сайтах виробників, рис 3, наприклад [24]. Відома також система під назвою *öko CARBONIZER* [25], що дозволяє на відзискання більшого потоку тепла від димових газів, що виходять з котла, одночасно впливаючі на більш низьку емісію CO, пилу або інших газоподібних органічних забруднень (означених як OGC), рис 4. Використовуються також рішення з використанням каталізаторів. Приклади розв'язань представлені на рис 5 [26]. Каталізатор монтується всередині котла (робоча температура 650–860°C).

Істотним недоліком електрофільтрів під час експлуатації є відносно високий попит на енергію для підключення пристроїв - 20–50 Вт + 1–2 Вт в режимі очікування [22].



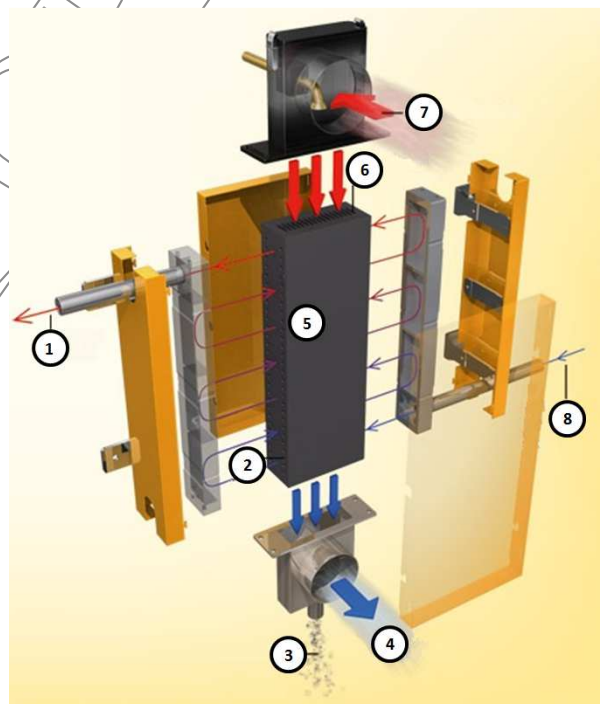
Rys. 1. Przykład elektrofiltru do pieca o mocy do 50 kW; 1) przepływ powietrza; 2) klapa ciśnienia, 3) wentylator, 4) wkłady filtrujące, 5) elektroda, 6) złącza elektryczne [22]/ Приклад електрофільтру до пічі потужністю до 50 кВт; 1) повітряний потік; 2) заслонка тиску, 3) вентилятор, 4) фільтруючі вклади, 5) електрод, 6) електричні з'єднувачі



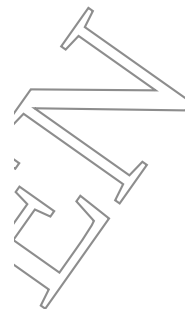
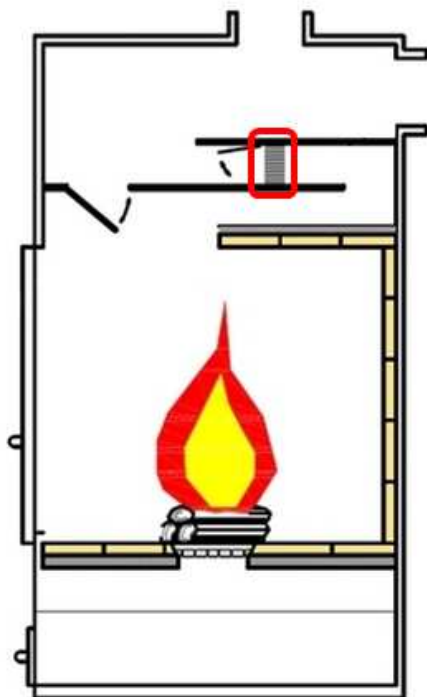
Rys. 2. Elektrofiltr mocowany na kominie: 1) zasilanie, 2) izolator, 3) elektroda, 4) uziemienie [23]/ Электрофiльтр, встановлений на димоході: 1) підключення, 2) ізолятор, 3) електрод, 4) заземлення



Rys. 3. Elektrofiltr Oekotube do kotłiów o mocy do 50 kW [24]/ Электрофiльтр Oekotube для котлiв потужністю до



Rys. 4. *öko CARBONIZER* [25]; 1) podgrzana woda, 2) otwory B dla wody, 3) wylot odfiltrowanych zanieczyszczeń ze spalin, 4) zimne odfiltrowane spaliny, 5) blok węglowy, 6) otwory A dla spalin, 7) gorące spaliny, 8) wlot zimnej wody/ 1) нагріта вода, 2) отвори B для води, 3) вихiд відфiльтрованих забруднень з вихлопних газiв, 4) холодні відфiльтровані вихлопні гази, 5) вугiльний блок, 6) отвори A для вихлопних газiв, 7) гарячі вихлопні гази, 8) вхiд холодної води



Rys. 5. Wkład katalizujący FIRECAT z widokiem rozgrzanego katalizatora [26]/ Вклад каталізуєчий FIRECAT з видом нагрітого каталізатора

6. Kotły o małej mocy na paliwa stałe

Nowoczesne kotły na paliwa stałe stosowane w budownictwie jednorodzinnym i komunalnym charakteryzują się przede wszystkim wysoką sprawnością energetyczną oraz niską emisją zanieczyszczeń. Są one zautomatyzowane, a przez to wygodne w obsłudze i oszczędne, a jednocześnie mają estetyczny wygląd. Przy doborze kotła należy kierować się zapotrzebowaniem na ciepło użytkowe do ogrzewania pomieszczeń. Dobór wielkości mocy cieplnej kotła zależy nie tylko od kubatury pomieszczeń ogrzewanych, ale również rodzaju przegród budowlanych, przeszklenia, konstrukcji i zwartości bryły budynku, przeznaczenia pomieszczeń, liczby wymian (strumienia objętościowego powietrza wentylacyjnego), a więc składników tworzących bilans energetyczny przestrzeni ogrzewanej. Najistotniejsze czynniki wpływające na efektywność energetyczną i ekologiczną instalacji spalania to: rodzaj spalanego paliwa, organizacja procesu spalania, rodzaj ciągu spalinowego (naturalny/ wymuszony), jakość wykonania i zastosowanych materiałów budowlanych. Uwzględnienie wszystkich czynników zapewni wysoką sprawność energetyczną i efektywność ekologiczną,

6. Котли малої потужності на тверде паливо

Сучасні котли на тверде паливо, які використовуються в індивідуальних і комунальних системах опалення перед усім характеризуються високою енергетичною ефективністю і низьким рівнем викидів. Вони автоматизовані, і, таким чином, зручні у використанні і економічні, а водночас вони характеризуються естетичним зовнішнім виглядом. При виборі котла слід дотримуватись попиту на потрібне тепло для нагріву приміщень. Добір потужності котла залежить не тільки від об'єму отоплювального приміщення, але і типу будівельних перегородок, скління, конструкції і компактності корпусу будівлі, призначення об'єкту, кількості обмінів (об'ємної витрати вентиляційного повітря), тобто компонентів, котрі складаються на енергетичний баланс отоплювального приміщення. Найважливіші фактори, що впливають на ефективність використання енергії та установок екологічного спалювання, це: тип палива, що спалюється, організація процесу згоряння, тип тяги при згорянню (природна/вимушена), якість виготовлення і застосовані будівельні матеріали. Прийняття под увагу всіх цих факторів забезпечує

ale jednocześnie warunkuje bezawaryjną pracę urządzenia, komfort obsługi czy długą żywotność. Kotle o małej mocy na paliwa stałe, dzielą się ze względu na:

- rodzaj stosowanego paliwa: paliwa kopalne i stałe biopaliwa. Dostępne są kotły przeznaczone do spalania jednego rodzaju paliwa i kotły wielopaliwowe;
- sposób przekazywania energii: bezpośrednio ogrzewające i pośrednio ogrzewające. W kotle spalane jest paliwo w celu podgrzania nośnika ciepła, w piecu ciepło oddawane jest bezpośrednio do otoczenia;
- sposób podawania paliwa: ręczny zasyp paliwa, automatyczny załadunek;
- organizację procesu spalania.

Spośród kotłów różniących się organizacją sposobu spalania rozróżnia się kotły:

- ze spalaniem przeciwprądowym (rys. 6), w którym powietrze podawane jest przeciwnie do kierunku dostarczania paliwa, od strony gorącej, przechodząc w kierunku zimnego wsadu paliwa. Do zalet tego typu kotłów należą prostota i niski koszt zakupu. Kotły te nie posiadają skutecznej regulacji procesu spalania, osiągają niską sprawność spalania i wysoką emisję zanieczyszczeń. Spalanie przeciwprądowe odbywa się m.in. w kominkach, akumulacyjnych piecach ceramicznych, piecokuchniach, kotłach komorowych z ręcznym, okresowym podawaniem paliwa, które pracują w warunkach naturalnego ciągu kominowego oraz z wymuszonym doprowadzeniem powietrza do strefy spalania. Przykładem spalania przeciwprądowego są konwencjonalne komorowe kotły rusztowe z okresowym podawaniem paliwa, które dominowały w małych instalacjach c.o. pod koniec XX wieku;
- ze spalaniem współprądowym (rys. 7), w których paliwo dostarczane jest w tym samym kierunku co powietrze, od strony zimnej w stronę gorącą wsadu paliwa. Spalanie współprądowe odbywa się w: kotłach palnikowych, retortowych, z ciągłym, mechanicznym doprowadzaniem paliwa do palnika (retorty), oraz z automatycznym doprowadzaniem powietrza do strefy spalania; palnikowych, z podajnikiem posuwowym, z automatycznym regulowanym dozowaniem paliwa i powietrza, przystosowanych do kwalifikowanych sortymentów miałowych zrębków, pellet; komorowych z ręcznym, okreso-

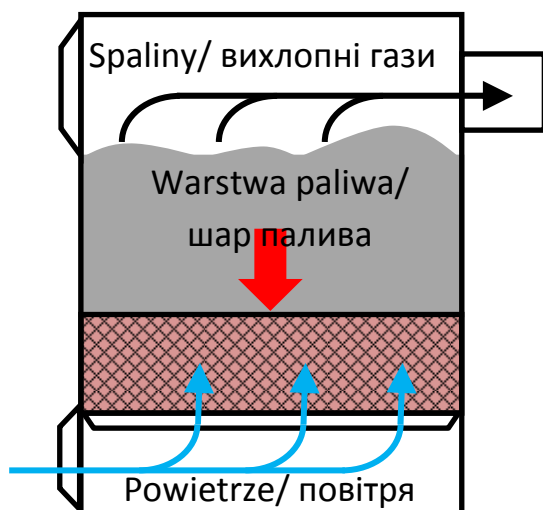
wiskoju efektywność wykorzystania energii ta ekologiczną efektywność, a також визначає безперебійну роботу пристрою, комфорт і тривалий термін служби. Котли малої потужності на тверде паливо розподіляються з уваги на:

- тип використовуваного палива: викопні види палива та тверді види біопалива. Є котли, призначені для спалювання палива одного виду або багатопаливні котли;
- спосіб передачі енергії: прямого нагріву і непрямого нагріву. У котлі паливо спалюється для нагріву теплоносія, в печі тепло безпосередньо поступає в навколишнє середовище;
- спосіб подачі палива: ручне завантаження, автоматичне завантаження;
- організацію процесу спалювання.

Котли малої потужності інший організацію процесу спалювання:

- з протиточним принципом згорання (рис. 6), в якому повітря подається в напрямку, протилежному напрямку подачі палива, від гарячої сторони переходячі в напрямку входу холодного палива. Перевагою такого типу котлів є простота і низька вартість покупки. Ці котли не мають ефективного регулювання процесу горіння, досягають низького рівня ефективності згорання і високого рівня викидів. Протиточне горіння реалізується, серед іншого, в камінах, в керамічних акумуляційних печах, печах-кухнях, коморних котлах з ручною періодичною доставкою палива, які працюють на природній тязі димаря, а також з примусовою подачею повітря в зону горіння. Приклад протиточної камери згорання представляють собою конвенційні коморні котли з решіткою з періодичною подачею палива, які домінували в малих системах центрального опалювання в кінці XX століття.
- з прямоточним принципом згорання (рис. 7), в якому паливо подається в тому ж напрямку, що і повітря від холодної сторони до гарячої сторони входу палива. Прямоточне горіння здійснюється в: котлах пальникових, ретортних, з безперервною механічною подачею палива до пальника, реторти, а також з автоматичною подачею повітря в зону горіння; пальникових, з податчиком підсувовим, з автоматичним регулюванням дозування палива і повітря, пристосованих до критеріїв сортименту штибу,

wym załadunkiem paliwa drobnoziarnistego, z wymuszonym doprowadzaniem powietrza do spalania wraz z jego podziałem na pierwotne i wtórne i rozpałem złoża w górnej jego warstwie; z rusztem mechanicznym [27][28].

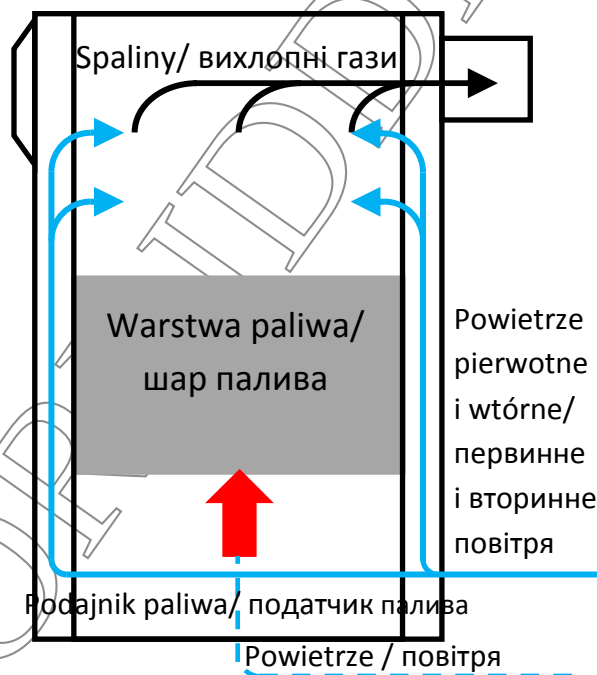


Rys. 6. Schemat spalania przeciwpłukowego
Źródło: opracowanie własne na podstawie [27]/
 Схема протиточного спалювання
Джерело: власне дослідження на підставі

Do najpopularniejszych kotłów z automatycznym załadunkiem paliwa należą kotły węglowe na ekogroszek. Kotły te mają różną konstrukcję wymienników ciepła i różny rodzaj układów podających paliwo wraz z palnikami [29].

Do transportu paliwa ze zbiornika do paleniska służy podajnik. Dostępnych jest kilka rodzajów podajników do kotłów c.o. Najbardziej popularne są podajniki ślimakowe, które, w zależności od producenta, mogą mieć różną budowę, wielkość, przełyk (wydajność). Typowe materiały, z których wykonywane są podajniki to stal, staliwo lub żeliwo. Innym sposobem podawania paliwa do komory spalania jest zastosowanie podajnika tłokowego (szufladowego), który może być wyposażony w palenisko lub też paliwo doprowadzane jest na ruszt zamontowany w kotle. Podajnik tłokowy zalecany jest do ogrzewania pomieszczeń o większym

деревної тріски, пелетів; коморових з ручним періодичним завантаженням дрібнозернистого палива, з примусовою подачею повітря для горіння поряд з його поділом на первинне і вторинне, і розпаленням палива у його верхньому шарі; з механічною решіткою [27][28].



Rys. 7. Schemat spalania współprądowego
Źródło: opracowanie własne na podstawie [27]/
 Схема прямоточного спалювання
Джерело: власне дослідження на підставі

палиwo подається на решітку, встановлену в котлі.

Найпопулярніші котли z автоматичним завантаженням палива є вугільні котли на екогосшок. Ці котли мають різні конструкції теплообмінників та систем подачі палива i паливних пальників [29].

Для транспортування палива z засобника до топки використовується податчик. Доступні кілька типів податчиків для котлів центрального опалення. Найбільш популярними є шнеки, які, в залежності від виробника, можуть відрізнятися за дизайном, розміром, проємом (продуктивністю). Типові матеріали, z яких виготовлені податчики, це сталь, лита сталь або чавун. Інший спосіб подачі палива в камеру згорання це використання поршневого податчика (ящика), який може бути обладнаний рекомендується для нагріву приміщень z більшою потребою в теплі. Це виникає зі способу його коли

zapotrzebowaniu na ciepło. Wynika to z jego sposobu działania – podczas podawania paliwa dostarcza jednorazowo kilkusetgramową porcję, w przeciwieństwie do podajnika ślimakowego.

Najczęściej spotykane palniki do spalania ekogroszku to retorty oraz palniki rynnowe rys. 8 [30]. Kotle z palnikiem retortowym mogą spalać groszki węgla kamiennych, brunatnych oraz pellety. Natomiast palniki rynnowe są bardziej uniwersalne, ponieważ pozwalają również na spalanie paliw o granulacji miazgu oraz mieszanek paliw, takich jak miazg i ekogroszek lub węgiel i ziarna zbóż. Wśród zalet palnika rynnowego należy wymienić: mały opór podajnika ślimakowego i mniejszy opór podczas pracy silnika [29].

Oferta producentów kotłów na paliwa stałe jest bardzo bogata. Jednym z najpopularniejszych obecnie na rynku jest kocioł retortowy z automatycznym podajnikiem i zasobnikiem na paliwo. Głównym elementem kotła retortowego jest palenisko retortowe, w którym spala się porcja paliwa, odpowiednio dobrana do uzyskania zadanej mocy. Motoreduktor napędza ślimak podajnika, na który zsypane paliwo ze zbiornika, które następnie jest kierowane do palnika i wypychane w górną jego część, gdzie ulega spalaniu. Powietrze do spalania podawane jest przez wentylator [31]. Występuje kilka rodzajów palników retortowych, które różnią się m.in. kształtem obudowy paleniska, umiejscowieniem wentylatora, [32]. Do zalet palnika retortowego należą: bezpieczna praca, dobra lokalizacja palnika (w środku komory spalania, co powoduje równomierne nagrzewanie ścian wymiennika ciepła) oraz mniejsze niż w przypadku palnika rynnowego prawdopodobieństwo cofnięcia się żaru [29]. Kotle z palnikiem retortowym uważane są obecnie za najbardziej efektywne energetycznie i ekologiczne, a zarazem wygodne w obsłudze. Główne problemy związane z retortą to awarie w przypadku znacznej zawartości kamienia w podawanym paliwie i relatywnie zwiększona możliwość dymienia w przypadku zbyt małego ciągu kominowego. Koszt zakupu kotła retortowego jest porównywalny z kosztem zakupu kotła gazowego, koszty związane z eksploatacją są zdecydowanie niższe, co wynika z rodzaju zastosowanego paliwa. Cechą charakterystyczną podajnika prostego ze stałą retortą jest prosta konstrukcja (rys. 9), co zapewnia bezawaryjną pracę urządzenia. Przeznaczony jest on do spalania ekogroszku typ 31, 32. Podajnik z obrotową retortą umożliwia spalanie paliwa o niższych parametrach, po-

topko, albo paliwo podaje się na ruszt, wstawionemu w kocioł. Porzeczny podajnik roboty, podczas podawania paliwa jednorazowo podaje się kilka сотен грамів paliwa, na відміну від шнекового податчика.

Найбільш поширені пальники для спалювання екорошку це реторти і жолобні пальники рис. 8 [30]. Котли з ретортними пальниками, можуть спалювати горошок кам'яного вугілля, brunatного вугілля і пелети. У той час жолобні пальники є більш універсальними, так як вони дозволяють також спалювати палива з дрібною грануляцією і суміші палив, таких як штиб і екорошок або вугілля і зерно. Серед переваг жолобного пальника слід зазначити: низький опір шнека і низький опір під час роботи двигуна [29].

Пропозиція виробників котлів на тверде паливо дуже багата. Одним з найпопулярніших на сьогоднішньому ринку є ретортний котел з автоматичною подачею і баком для палива. Основний елемент ретортного котла це ретортна топка, в якій спалюється порція палива, добраного відповідним чином для отримання необхідної потужності. Motoreduktor приводить в рух шнековий податчик, на який падає паливо з баку, яке потім направляється в пальник і проштовхується в верхню його частину, де воно згорає. Повітря для горіння подається через вентилятор [31]. Є кілька типів ретортних пальників, які відрізняються зокрема формою корпусу топки, розміщенням вентилятора [32]. Переваги ретортного пальника це безпечна експлуатація, добре розташування пальника (в центрі камери згорання, що призводить до рівномірного нагрівання стінок теплообмінника) і менша, ніж у жолобного пальника, ймовірність повернення жару [29]. Котли з ретортним пальником в даний час вважаються найбільш енергетично ефективними і екологічно чистими, а водночас зручними у використанні. Основні проблеми реторти це аварії в разі великого вмісту каменю в паливі і збільшена можливість диму в разі занадто малої тяги в димарі. Витрати на придбання ретортного котла порівняні з вартістю придбання газового котла, а витрати на експлуатацію значно нижчі, що виникає з типу використовуваного палива. Характерною особливістю прямого податчика з постійною ретортою є проста конструкція, рис. 9, яка забезпечує безперебійну роботу обладнання. Він призначений для спалювання на видаєніше спалення палива.

Konstrukcja skośna podajnika ze stałą retortą zapewnia mniejsze opory mechaniczne podczas podawania paliwa na palenisko [32].

W ofercie producentów kotłów dostępne są modele stalowe oraz żeliwne. Wśród zalet konstrukcji żeliwnych należy wymienić długą żywotność materiału, a więc i trwałość – producenci gwarantują do 25 lat. Warunkiem zachowania tak długiego okresu funkcjonowania jest prawidłowe podłączenie do instalacji centralnego ogrzewania. Wśród pozostałych zalet wymienia się wysoką odporność na korozję (chemiczną, elektrochemiczną, wodną) oraz związki fosforu, siarki i węgla. Dodatkową zaletą jest to, że kocioł żeliwny zajmuje mniej miejsca niż model stalowy o tej samej mocy. Kotły żeliwne mają budowę członową, dzięki czemu ich naprawa jest tańsza i prostsza. Do wad kotła żeliwnego zalicza się wyższy koszt zakupu, mniejszą odporność na nagłe zmiany temperatury wody zasilającej (tzw. uder cieplny), co prowadzi do pęknięć oraz gorsze parametry wytrzymałościowe. Z uwagi na wysoką niezawodność i trwałość wykonania, kotły żeliwne nadają się do spalania praktycznie każdego rodzaju paliwa stałego.

Kotły stalowe wykonane są z atestowanej stali kottowej, najczęściej o grubości 5–8 mm. Zaletą modeli stalowych jest odporność na uderzenia, mała wrażliwość na zmiany temperatury wody zasilającej i mniejsza masa własna. Wśród wad można wymienić małą odporność na korozję. Przeciętna trwałość obecnie wykonywanych kotłów stalowych wynosi 15 lat [33], trwałość wymiennika spaliny/woda zwykle jest jednak niższa i wynosi od 7 do 12 lat. Paradoksalnie nowsze konstrukcje kotłowe, lepiej dopasowane do danej instalacji, o mniejszej grubości ścianek i mniejszej pojemności wodnej, a tym samym większym obciążeniu dynamicznym i cyklu zmian obciążeń, charakteryzują się niższą trwałością.

Obecnie producenci kotłów o małej mocy oferują również układy hybrydowe, obejmujące przykładowo kocioł c.o. na pellet w zestawie z pompą ciepła, kocioł c.o. z kolektorami i zbiornikiem akumulacyjnym lub systemy bardziej rozbudowane zawierające kocioł c.o. z pompą ciepła i kolektorami [32]. Systemy te integrują różne źródła (paliwo stałe i OZE), ale nakłady jednostkowe na ich realizację ograniczają krąg odbiorców tych technologii.

ня екогорошку типу 31, 32. Податчик з обертовою ретортою дозволяє спалювати паливо з гіршими характеристиками, забезпечує більш ефективне згорання палива. Похила конструкція податчика з постійною ретортою забезпечує менший механічний опір під час подачі палива до топки [32].

Виробники пропонують котли зі сталі і чавуну. Серед переваг чавунної конструкції слід зазначити тривалість матеріалу, і, таким чином, тривалість обладнання - виробники гарантують до 25 років. Умовою такого тривалого періоду експлуатації є правильне підключення до системи центрального опалення. Серед інших переваг зазначається висока корозійна стійкість (хімічна, електрохімічна, водна), а також стійкість до сполук фосфору і сірки. Додатковою перевагою є те, що чавунний котел займає менше місця, ніж сталевий, і має меншу потужність. Чавунні котли побудовані членно, що робить їх ремонт дешевшим і простішим. До недоліків чавунного котла включають вищу вартість покупки, низьку стійкість до різких змін температури води, що подається (так звані термоудари), що призводить до утворення тріщин, і нижчі параметри міцності. Завдяки високій надійності і тривалості виконання чавунні котли придатні для спалювання практично будь-якого виду твердого палива.

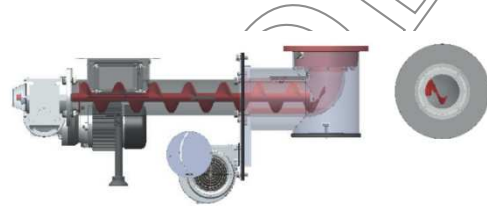
Сталеві котли виготовляються з сертифікованої котельної сталі, звичайно мають товщину в межах від 5 до 8 мм. Перевагою моделей зі сталі є ударостійкість, низька чутливість до змін температури води, що подається, і більш низька маса власна. Серед недоліків можна відзначити низьку стійкість до корозії. Середня тривалість в даний час виготовлених зі сталі котлів становить 15 років [33], термін служби теплообмінника вихідні гази/вода зазвичай буває, однак, коротший, в межах від 7 до 12 років. Як це не парадоксально, нові конструкції котлів, краще пристосовані до потреб даної системи, з меншою товщиною стінки і меншими об'ємами води, і таким чином, більш високих динамічних навантажень і циклах змін навантаження характеризуються більш низькою тривалістю.

В даний час виробники котлів малої потужності пропонують гібридні системи, в тому числі, наприклад, котел центрального опалення на пелети

в комплекті з тепловим насосом, котел центрального опалення разом з колекторами системи, що містять котел центрального опалення, тепловий насос і сонячні колектори [32]. Ці системи об'єднують різні джерела (тверді види палива та відновлювальні джерела енергії), але поодинокі і акумуляційними резервуарами або більш складні витрати для їх реалізації обмежують коло одержувачів цих технологій.



Rys. 8 Palnik rynnowy [30]/
Жолобний пальник



Rys. 9. Podajnik prosty ze stałą retortą do kotłów c.o. [32]/ Прямий податчик з постійною ретортою до котлів центрального опалення

7. Polscy producenci kotłów i podajników do kotłów/ Польсько виробники котлів малої потужності

Lp.	Producent/ Виробник	Dane kontaktowe/ Контактна інформація			
		Adres/ Адреса	e-mail	www	Telefon/ Телефон
1	ARDEO S.C.	63-300 Pleszew, Marszew 36	simar@home.pl	www.ardeo.com.pl	+48 62 742 77 68
2	BEFAKO	32-650 Kęty, ul. Krakowska 109b	biuro@befako.pl	www.befako.pl	+48 33 84 11 695 +48 668 691 179
3	BUD-KOT	63-300 Pleszew, ul. Polna 6	ms@budkot.pl	www.budkot.pl	+48 62 508 31 61
4	CARBOTHERM Sp. z o. o.	43-173 Łaziska Górne, ul. Wyrka 15 A	biuro@carbotherm.pl	www.carbotherm.pl	+48 32 738 04 60
5	DEFRO Sp. z o. o. Sp. K.	00-403 Warszawa, ul. Solec 24/253	biuro@defro.pl	www.defro.pl	+48 41 303 80 85
6	DOZAMET Sp. z o.o.	67-100 Nowa Sól, ul. Piłsudskiego 40	dozamet@dozamet.pl	www.dozamet.pl	+48 574 632 611
7	DWOREK BIS	32-300 Olkusz, ul. Wspólna 6	biuro@dworekbis.pl	www.dworekbis.pl	+48 32 641 11 58
8	ELEKTROMET	48-100 Głubczyce, Gołuszowice 53	handlowy@elektromet.com.pl	www.elektromet.pl	+48 77 471 08 10
9	ENKA	67-100 Nowa Sól, Lubieszów 105 B	box@enka-ogrzewanie.pl	www.enka-ogrzewanie.pl	+48 68 356 38 97
10	ENVO Sp. z o.o.	27-200 Starachowice, ul. Radomska 29	biuro@grupaenvo.pl	www.pereko.pl	+48 41 274 53 53
11	FAKO S.A.	84-230 Rumia-Janowo ul. Stoczniovców 8	fako@fako.pl	www.fako.pl	+48 58 671 70 80
12	GALMET Sp. z o.o. Sp. K.	48-100 Głubczyce, ul. Raciborska 36	galmet@galmet.com.pl	www.galmet.com.pl	+48 77 403 45 00
13	GREŃ Sp. J.	43-200 Pszczyna, ul. K. Miarki 1B	biuro@gren-pszczyna.com.pl	www.ekogren.pl	+48 32 326 34 70
14	HEF-STAL Sp. z o.o.	42-793 Zborowskie, ul. Borkowa 5	handlowy@hef.pl	www.hef.com.pl	+48 34 353 57 00
15	HEIZTECHNIK Sp. z o. o. Sp. K.	83-250 Skarszewy, ul. Drogowców 7	biuro@heiztechnik.pl	www.heiztechnik.pl	+48 58 560 85 57
16	HKS LAZAR Sp. z o.o.	44-335 Jastrzębie Zdrój, ul. Wodzisławska 15	sekretariat@hkslazar.pl	www.hkslazar.pl	+48 32 47 57 123
17	INSTALCO	22-650 Łaszczów, ul. Kolejowa 1	firmainstalco@gmail.com	www.firmainstalco.pl	+48 84 661 16 59
18	KAMEN	39-205 Pustków, Pustków 402c	kamen@kamen.com.pl	www.kamen.com.pl	+48 14 682 10 34
19	KIPI	62-002 Suchy Las, ul. Obornicka 71	biuro@kipi.pl	www.kipi.pl	+48 606 936 692
20	KLIMOSZ Sp. z o. o.	43-250 Pawłowice, ul. Zjednoczenia 6	biuro@klimosz.pl	www.klimosz.pl	+48 32 474 39 00
21	KOLMETAL	11-041 Olsztyn, Gutkowo 54 B		www.kolmetal.olsztyn.pl	+48 89 523 81 55
22	KOLTON	34-480 Jabłonka, Orawka 149 a	firma@kolton.pl	www.kolton.pl	+48 18 264 26 67
23	KOMIN-FLEX Sp. z o.o.	43-200 Pszczyna, ul. Górnośląska 1	komin@kominflex.com.pl	www.kominflex.com.pl	+48 32 210 11 44

Lp.	Producent/ Виробник	Dane kontaktowe/ Контактна інформація			
		Adres/ Адреса	e-mail	www	Telefon/ Телефон
24	KOSTRZEWA Sp. J.	11-500 Giżycko, ul. Przemysłowa 1	biuro@kostrzwa.com.pl	www.kostrzwa.com.pl	+48 87 429 56 00
25	KRZACZEK	24-100 Puławy, Klikawa, ul. Leśna 5	zamowienia@krzaczek.eu	www.krzaczek.eu	+48 81 880 64 44
26	LOGITERM	42-286 Koszęcin, Nowy Dwór 2	logiterm@logiterm.pl	www.logiterm.pl	+48 34 352 47 77
27	MCE MAŁOPOLSKIE CENTRUM EKOLOGICZNE S.C.	34-124 Klecza Górna, Klecza Dolna 15 a	mce@mce.net.pl	www.kotlymce.pl	+48 33 872 24 04
28	METALBET Przedsiębiorstwo Produkcyjne	28-305 Sobków, Osowa 27	biuro@metalbet.com.pl	www.metalbet.pl	+48 41 387 30 22
29	METAL-FACH Technika Grzewcza	16-100 Sokółka, ul. Sikorskiego 66	biuro@metalfach.com.pl	www.metalfachtg.com.pl	+48 85 711 94 54
30	MK MIKRO-ENERGIA	21-222 Podedwórze, Opole 80		www.mikro-energia.com.pl	+48 506 349 393
31	MODERATOR	17-200 Hajnówka, ul. 11 Listopada 16a	biuro@moderator.com.pl	www.moderator.com.pl	+48 85 682 75 25
32	OGNIWO	38-340 Biecz, ul. Tumidajskiego 3	handel@ogniwobiecz.com.pl	www.ogniwobiecz.com.pl	+48 13 44 71 039
33	P2AR	64-700 Czarnków, Góra n/Notecią 63	przemyslaw2ar@wp.pl	www.p2ar.pl	+48 602 447 862
34	PANCERPOL Sp. j.	42-530 Dąbrowa Górnicza, ul. Szałasowizna 22	sekretariat@pancerpol.com.pl	www.pancerpol.com.pl	+48 32 261 04 15
35	PIRO KOTŁY	82-310 Elbląg 2, Gronowo Górne ul. Szafirowa 15	biuro@kotlypiro.pl	www.kotlypiro.pl	+48 601 23 30 27
36	PND S.C.	43-200 Pszczyna, ul. Batalionów Chłopskich 17	pnd@kotly.pless.pl	www.kotly.pless.pl	+48 32 447 07 96
37	RAKOCZY STAL	37-450 Stalowa Wola, ul. Kazimierza Mireckiego 5	biuro@rakoczy.pl	www.rakoczy.pl	+48 15 813 69 69
38	SAS	28-100 Busko-Zdrój, Owczary, ul. Przemysłowa 3	biuro@sas.busko.pl	www.sas.busko.pl	+48 41 378 46 19
39	SEKO	39-200 Dębica, ul. Transportowców 12 19-300 Ełk, ul. Dojazdowa 2	poczta@seko.pl	www.seko.pl	+48 14 683 10 00 +48 87 620 08 77
40	SIMAR PPHU	63-300 Pleszew, Marszew 36	simar@home.pl	www.simar.com.pl	+48 62 742 77 68
41	STALMARK	32-600 Oświęcim, ul. Chemików 1	biuro@stalmark.pl	www.stalmark.pl	+48 33 476 13 26
42	TEKLA	43-246 Strumień, ul. Poddane 3	sekretariat@teklakotly.pl	www.teklakotly.pl	+48 33 852 12 54
43	TILGNER	63-300 Pleszew, ul. Piaski 30,	tilgner@tilgner.com.pl	www.tilgner.pl	+48 62 742 10 03
44	WITKOWSKI KOTŁY C.O.	63-308 Gizałki, Tomice, ul. Wodna 6	biuro@kotly-witkowski.pl	www.kotly-witkowski.pl	+48 62 741 14 06
45	ZĘBIEC S.A.	27-200 Starachowice, Zębiec	zebiec@zebiec.com.pl	www.zebiec.pl	+48 41 276 74 00
46	ŻYWIEC KOTŁY	34-300 Żywiec, ul. Leśnianka 141 a	sprzedaz@kotly-zywiec.com.pl	www.kotlyzywiec.eu	+48 33 861 53 19

8. Literatura/ Література

- [1] R. Kubica, K. Kubica, W. Głódkowski: *Rozwiązania prawne , ekonomiczne i techniczne dla ograniczenia niskiej emisji. Podręcznik dla nauczyciela. Działania na rzecz poprawy jakości powietrza*. Tom II. Katowice. GIG 2014.
- [2] www.polmark.com.pl
- [3] www.opalowy-sklad.pl/koks.html
- [4] www.tauron-wydobycie.pl/oferta-handlowa/parametry-wegla
- [5] www.skladweglaslupsk.pl/cennik.html
- [6] www.czysteogrzewanie.pl/czym-ogrzewac/wegiel-brunatny/
- [7] www.kwb.pl/oferta.php
- [8] www.taniopal.pl/pl/poradnik/wegiel-brunatny/wybor-wegla
- [9] www.instsani.pl/ozebioma.htm
- [10] www.agroenergetyka.pl/?a=article&id=190
- [11] www.webmatic.pl/zielone-paliwo/brykiet.html
- [12] www.murator-dom.pl/instalacje/ogrzewanie-paliwami-stalymi/tanie-ogrzewanie-biomasa-pelety-kociol-na-biomase,28_10832.html
- [13] P. Mocek, I. Gil: *Process analysis of underground coal gasification in existing and abandoned mine*. Chemik 2015, 69, 12, 827-939.
- [14] P. Mocek, K. Stańczyk: *Analiza techniczno-ekonomiczna pilotowej elektrociepłowni zasilanej gazem PZW i węglem*. Energetyka 2016, 4, 234-239.
- [15] J. Tomeczek: *Termodynamika*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
- [16] J. Krzemień, I. Gil, E. Jędrzyk, P. Mocek: *Possibilities of the diversification of fuels for district heating boilers for condition of Lviv Oblast*. 4th International Congress Environment Protection. Energy Saving. Sustainable environmental Management. 21-23 September 2016 Lviv, Ukraine.
- [17] K. Krygier, T. Klinke, J. Sewerynik: *Ogrzewnictwo, wentylacja, klimatyzacja*. WSiP, Warszawa 1991.
- [18] PN-EN 303-5:2012. Kotły grzewcze na paliwa stałe z ręcznym i automatycznym zasypem paliwa o mocy nominalnej do 300 kW. Terminologia, wymagania, badania i oznakowanie.
- [19] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady UE/2015/2193 z dn. 25 listopad 2015 w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania.
- [20] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dn. 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) – wersja przekształcona.
- [21] M. Chyc: *Znaczenie dodatków paliwowych w procesach spalania paliw stałych*. Research Reports Mining and Environment 2012, 1, 5-16.
- [22] www.kutzner-weber.de
- [23] O. Schleicher, K. Fuglsang, P. Wahlén, H. Rørdam Olesen, J. K. Nojgaard, M. Bjerrum: *Test of technologies for flue gas cleaning and combustion improvement for existing residential wood burning appliances*. Report of Environmental Project no. 1393 2011.
- [24] www.schraeder.com
- [25] www.carbonizer.de
- [26] www.firecat.cc
- [27] K. Kubica, B. Paradiz, P. Dilara: *Small combustion installations: Technique, emissions and measures for emission reduction.*, EUR 23214 EN, ISBN 978-92-79- 08203-0; <http://publications.jrc.ec.europa.eu/>
- [28] <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id604,wspolczesne-kotly-weglowe-dla-ogrzewnictwa-indywidualnego>
- [29] M. Foit. *Automatyczne podawanie paliwa-problemy*. Instal Reporter 2015, 4, 46-49.
- [30] www.klimosz.pl
- [31] www.budnet.pl/Kotly_retortowe_co_powinnismy_o_nich_wiedziec,Kotly_grzewcze,i=8805.html/Rekomendacja
- [32] www.galmet.com.pl/
- [33] P. Nakonieczny, P. A. Kluza, G. Tatar, R. Bródka: *Rodzaje, charakterystyka oraz wybrane problemy eksploatacji kotłów i pieców zasilanych różnymi paliwami*. Acta Sci. Pol., Technika Agraria 2014, 13 (1-2), 27-40.

9. Tablice/ таблиці

Tablica I. Wymagania różnych Standardów europejskich odnośnie brykietów z biomasy. Stan roboczy.

Таблиця I. Вимоги різних Європейських стандартів щодо брикетів з біомаси. Робочий стан.

Lp. / №	Parametr / Параметр	Norma / Стандарт			
		DIN 51 731	O-Norm M 7135	DIN plus	SS187120
1.	Gęstość / Густина, kg/m ³	>1000-1400	>1120	>1120	-
2.	Zawartość wilgoci / Вміст вологи, % mas. / % маси	<12	<10	<10	<10
3.	Gęstość nasypowa / Насипна густина, kg/m ³	650	650	650	>500
4.	Zawartość pyłu / Вміст пилу, % mas. / % маси	-	<2,3	<2,3	-
5.	Zawartość substancji mineralnej, % mas. / Вміст мінеральних речовин, % маси.	<1,5	<0,5	<0,5	<1,5
6.	Wartość opałowa, MJ/kg / Теплотворна здатність, МДж/кг	17,5-19,5	>18	>18	>16,9
7.	Zawartość siarki, % mas. / Вміст сірки, % маси	<0,08	<0,04	<0,04	<0,08
8.	Zawartość azotu, % mas. / Вміст азоту, % маси	<0,3	<0,3	<0,3	-
9.	Zawartość chloru, % mas. / Вміст хлору, % маси	<0,03	<0,02	<0,02	<0,03
10.	Zawartość arsenu, mg/kg / Вміст арсену, мг/кг	<0,8	-	<0,8	-
11.	Zawartość ołowiu, mg/kg / Вміст свинцю, мг/кг	<10	-	<10	-
12.	Zawartość kadmu, mg/kg / Вміст кадмію, мг/кг	<0,5	-	<0,5	-
13.	Zawartość chromu, mg/kg / Вміст хрому, мг/кг	<8	-	<8	-
14.	Zawartość miedzi, mg/kg / Вміст міді, мг/кг	<5	-	<5	-
15.	Zawartość rtęci, mg/kg / Вміст ртуті, мг/кг	<0,05	-	<0,05	-
16.	Zawartość cynku, mg/kg / Вміст цинку, мг/кг	<100	-	<100	-
17.	Maksymalny dodatek lepiszcza, % mas. / Максимальний додток зв'язуючих речовин, % від маси	-	<2	<2	-

Tablica II. Klasyfikacja węgla według EVT.

Таблиця II. Класифікація вугілля згідно з EVT.

Lp. / №	Węgiel / Вугілля	Części lotne w masie bezwodnej i bezpopiołowej (palnej) / Леткі продукти в безводній і беззолюній масі (пальній)	Rodzaj węgla / Тип вугілля	Wygląd koksu / Вигляд коксу	Obraz płomienia / Вигляд полум'я
1.	Kamienny/ кам'яне вугілля	6-10	antracyt/ антрацит	piaskowy, proszkowy/ пісочне, порошкове	krótki, nieświecący/ коротке, не світиться
		10-14	chudy węgiel/ худе вугілля	piaskowy, proszkowy/ пісочне, порошкове	krótki, nieświecący/ коротке, не світиться
		14-19	węgiel kuzienny/ вугілля для кузні	spieczony, częściowo pulchny/ спечене, частково пухке	krótki, mało świecący/ коротке, трохи світиться
		19-26	węgiel koksowy/ коксівне вугілля	mocno spieczony, stały/ міцно спечене, стійке	krótki, świecący/ коротке, світиться
		26-35	węgiel gazowo - płomienny/ довгополум'яне газове вугілля	spieczony, porękaný / спечене, потріскане	długi, świecący/ довге, світиться
		35-40	węgiel lekko spiekający się/ вугілля, що легко спікається	spieczony, częściowo pulchny / спечене, частково пухке	świecący/ світиться
		40-50	węgiel niespiekający się/ вугілля, що не спікається	piaskowy, rozpadający się/ пісочне, розпадається	długi, świecący/ довге, світиться
2.	Brunatny/ буре вугілля	40-56	stary węgiel brunatny/ старе буре вугілля	Drobnoziarnisty/ дрібнозернисте	długi, umiarkowanie świecący/ довге, помірно світиться
		50-65	młody węgiel brunatny/ молоде буре вугілля	Ziarnisty, rozpadający się/ Зернисте, розпадається	długi, matowy/ довге, тьмяне

Tablica III. Typy węgla.

Таблиця III. Види вугілля.

TYP WĘGLA / ТИП ВУГІЛЛЯ			PARAMETRY KLASYFIKACYJNE / КЛАСИФІКАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ								ZASTOSOWANIE WĘGLA / ЗАСТОСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ
			Zawartość części lotnych / Вміст летких речовин	Zdolność spiekania (index Roga) / Спикливість (індекс Рога)	Dylatacja (rozszerzalność) / Дилатація (розширення)	Wskaźnik wolnego wydymania / Індекс вільного спучування	Ciepło spalania / Теплота згоряння	Ciśnienie rozprężania / Тиск розширення	Skurcz / Скорочення	Grubość warstwy plastycznej / Товщина пласту	
NAZWA / НАЗВА	WSKAŹNIK / ПОКАЗНИК	WYRÓŻNIK / ВІДРІЗНЮВАЧ	% mas. / % маси	-	%	-	MJ/kg / МДж/кг	kg/cm ² / кг/см ²	mm / мм	mm / мм	
płomienny / полум'яне	31	31,1	powyżej / вище ніж 28 (28 - 46)	0 - 9			≤ 31	0	brak	brak	węgiel do celów energetycznych dla różnego rodzaju palenisk rusztowych i bytowych (paleniska przemysłowe, generatory, opał domowy) / вугілля на енергетичні цілі для різних типів топкових та побутових решіток (промислові топки, генератори, побутове паливо)
		31,2					31 - 34				
gazowo-płomienny / Газове полум'яне	32	32,1	powyżej / вище ніж 28 (28 - 43)	10 - 20	nie normalizuje się / ненормалізується	nie normalizuje się / ненормалізується	≤ 36	<0,1	brak	brak	węgiel do celów energetycznych dla wszystkich rodzajów palenisk, węgiel do wylewni i czadnic (uwodornianie, paleniska przemysłowe, opał domowy) / вугілля на енергетичні цілі для всіх типів топков, вугілля для печей напівкоксовання та газогенераторів (гідрогенізація, промислові топки, побутове паливо)

TYP WĘGLA / ТИП ВУГІЛЛЯ			PARAMETRY KLASYFIKACYJNE / КЛАСИФІКАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ								ZASTOSOWANIE WĘGLA / ЗАСТОСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ
			Zawartość części lotnych / Вміст летких речовин	Zdolność spiekania (index Roga) / Спикливість (індекс Рога)	Dylatacja (rozszerzalność) / Дилатація (розширення)	Wskaźnik wolnego wydymania / Індекс вільного спучування	Ciepło spalania / Теплота згорання	Ciśnienie rozprężania / Тиск розширення	Skurcz / Скорочення	Grubość warstwy plastycznej / Товщина пласти	
NAZWA / НАЗВА	WSKAŹNIK / ПОКАЗНИК	WYRÓŻNIK / ВІДРІЗНЮВАЧ	% mas. / % маси	-	%	-	MJ/kg / МДж/кг	kg/cm ² / кг/см ²	mm / мм	mm / мм	
		32,2		20 - 45							węgiel do celów energetycznych dla palenisk rusztowych, komorowych i wszystkich typów palenisk pyłowych, węgiel do wytłewania, do gazowni pieców przeponowych/ вугілля на енергетичні цілі для топків решіткових, коморних та всіх типів пилових топків, для печей напівкоксовання, для мембранних печей газового заводу
gazowy/ газове	33	33	powyżej/ вище ніж 28 (30 - 40)	30 - 55			33 - 36	około/ приблизно 0,1	>20	<15	węgiel do celów energetycznych dla palenisk rusztowych i wszystkich typów palenisk pyłowych; węgiel do pieców przemysłowych o szczególnych wymaganiach; węgiel do gazowni i na mieszanki do produkcji koksu w koksowniach/ вугілля на енергетичні цілі для топків решіткових, коморних та всіх типів пилових топків; вугілля для промислових печей з особливими

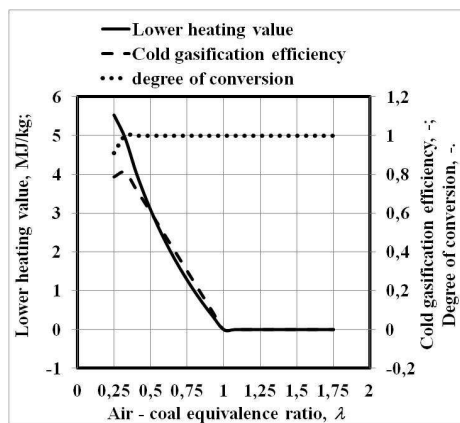
TYP WĘGLA / ТИП ВУГІЛЛЯ			PARAMETRY KLASYFIKACYJNE / КЛАСИФІКАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ								ZASTOSOWANIE WĘGLA / ЗАСТОСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ
			Zawartość części lotnych / Вміст летких речовин	Zdolność spiekania (index Roga) / Спикливість (індекс Рога)	Dylatacja (rozszerzalność) / Дилатація (розширення)	Wskaźnik wolnego wydymania / Індекс вільного спучування	Ciepło spalania / Теплота згорання	Ciśnienie rozprężania / Тиск розширення	Skurcz / Скорочення	Grubość warstwy plastycznej / Товщина пласти	
NAZWA / НАЗВА	WSKAŹNIK / ПОКАЗНИК	WYRÓŻNIK / ВІДРІЗНЮВАЧ	% mas. / % маси	-	%	-	MJ/kg / МДж/кг	kg/cm ² / кг/см ²	mm / мм	mm / мм	
											вимогами; вугілля на газові заводи і на суміші для виробництва коксу в коксових печах
gazowo-koksowy / газове коксівне	34	34,1	powyżej / вище ніж 28 (28 - 39)	50 - 85			33 - 36,5	0,1 - 0,3	15-30	10 - 22	węgiel do produkcji koksu w koksowniach dla gazowni i dla gazo-koksowni / вугілля для виробництва коксу в коксових печах для газового заводу і газококсового заводу
		34,2									
orto-koksowy / орто-коксівне	35	35,1	powyżej / вище ніж 26 (26 - 31)	50 - 85			35 - 37	0,3-2,0	<25	13 - 25	węgiel do produkcji koksu metalurgicznego / вугілля для виробництва металургічного коксу
		35,2 A	powyżej / вище ніж 20 (20 - 26)								
		35,2B									
meta-koksowy / мета - коксівне	36	36	18 - 23	25 - 55			nie normalizuje się / ненормалізується	0,3 - 2,5	<16	5 - 15	węgiel do produkcji koksu odlewniczego / вугілля для виробництва літейного коксу
semi-koksowy / полу - коксівне	37	37,1	powyżej / вище ніж 20 do 28	10 - 30				<0,5	<16	<5	w koksowniach jako dodatek odchudzający / в коксових печах як худий додаток

TYP WĘGLA / ТИП ВУГІЛЛЯ			PARAMETRY KLASYFIKACYJNE / КЛАСИФІКАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ								ZASTOSOWANIE WĘGLA / ЗАСТОСУВАННЯ ВУГІЛЛЯ
			Zawartość części lotnych / Вміст летких речовин	Zdolność spiekania (index Roga) / Спикливість (індекс Roga)	Dylatacja (rozszerzalność) / Дилатація (розширення)	Wskaźnik wolnego wydymania / Індекс вільного спучування	Ciepło spalania / Теплота згоряння	Ciśnienie rozprężania / Тиск розширення	Skurcz / Скорочення	Grubość warstwy plastycznej / Товщина пласту	
NAZWA / НАЗВА	WSKAŹNIK / ПОКАЗНИК	WYRÓŻNIK / ВІДРІЗНЮВАЧ	% mas. / % маси	-	%	-	MJ/kg / МДж/кг	kg/cm ² / кг/см ²	mm / мм	mm / мм	
		37,2	powyżej / вище ніж 14 do 20								
chudy/ худе	38	38	od 14 do 28 (від 10 до 16)	od 0 do 9			≤37	0	brak/ брак	brak/ брак	paleniska przemysłowe, parowozy, generatory, opał domowy/ промислові топки, паровози, генератори, побутове паливо
antracytowy/ антрацит	41	41	od 10 do 14 (від 8 до 10)	0			b.d/ Н.А.	0	brak/ брак	brak/ брак	węgiel do celów energetycznych dla palenisk specjalnych/ вугілля на цілі енергетичні для спеціальних топок
antracytowy/ антрацит	42	42	(3 - 8)	0				0	brak/ брак	brak/ брак	węgiel do celów energetycznych dla palenisk specjalnych/ вугілля на цілі енергетичні для спеціальних топок
metaantracyt/ мета антрацит	43	43	< 3 (1-3)	0				0	brak/ брак	brak/ брак	specjalne cele/ цілі спеціальні

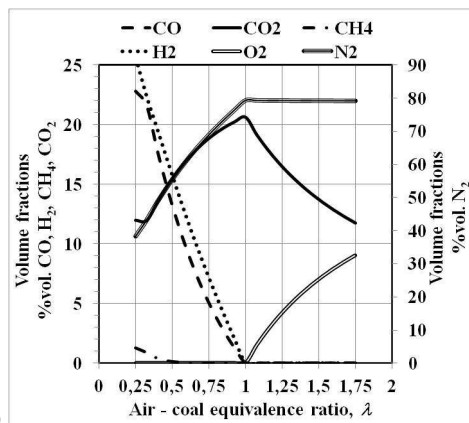
Tablica IV. Dane termodynamiczne biomasy. Analiza spalania w powietrzu o temperaturze 15 oC , przy ciśnieniu 1013 hPa dla poszczególnych rodzajów przedstawiona została na rys. 10- 15. /

Таблиця IV. Термодинамічні дані біомаси. Аналіз спалювання в температурі повітря 15 ° С, при тиску 1013 гПа для конкретних типів показана на рис. 10 - 15.

Lp. / №	Parametr / параметр	Rodzaj biomasy / Тип біомаси					
		Słoma pszeniczna / Пшенична солома	Słoma jęczmienna / Ячмінна солома	Słoma kukurydziana / Кукурудзна солома	Zrębka drzewna / Деревна тріска	Pellet drzewny / Деревні пелети	Pellet łuska słonecznika / Пелети з соняшникового лущиння
1	Zawartość popiołu; A, % mas./ Зольність; A, % маси	6,53	4,30	5,77	1,44	0,72	4,76
2.	Zawartość węgla; C, % mas./ Вміст вуглецю; C, % маси	48,53	45,67	47,09	50,00	39,42	45,30
3.	Zawartość wodoru; H, % mas./ Вміст водню; H, % маси	5,30	6,50	5,40	5,71	4,50	5,16
4.	Zawartość tlenu; O, % mas./ Вміст кисню; O, % маси	39,31	42,99	40,81	42,58	55,02	43,28
5.	Zawartość azotu; N, % mas./ Вміст азоту; N, % маси	0,28	0,43	0,81	0,14	0,33	1,21
6.	Zawartość siarki; S, % mas./ Вміст сірки; S, % маси	0,05	0,11	0,12	0,13	0,01	0,21
7.	Zawartość chloru; Cl, % mas./ Вміст хлору; Cl, % маси	—	—	—	0,10	0,02	—
8.	Wartość opałowa stan suchy, MJ/kg/ Теплотворна здатність в сухому стані, МДж/кг	17,30	16,10	16,80	19,80	15,61	17,9
9.	Zawartość wilgoci w stanie roboczym, % mas./ Вміст вологи в робочому стані, % маси	12–24	12–24	50–70	30-55	7–10	8–10
10.	Wartość opałowa w stanie roboczym, MJ/kg/ Калорійність в робочому стані, МДж / кг	12,45–14,9	11,8–14,0	3,5–7,4	9,9–13,5	14,1–14,6	16,1–16,7
11.	Temperatura adiabatycznego spalania dla $\lambda=1$ / Адіабатична температура горіння для коефіцієнту надлишку повітря $\lambda=1$	1940 (stan suchy/ у сухому стані)	1879 (stan suchy/ у сухому стані)	1953 (podsuszona do 30% mas. wilgoci/ підсушена до 30% вологості у масі)	1933 (podsuszone do 50% mas. wilgoci/ підсушена до 50% вологості у масі)	2404 (stan suchy / у сухому стані)	2194 (stan suchy / у сухому стані)
12.	Stosunek powietrza wilgotnego (o wilgotności 60 %) do paliwa, kg/kg dla $\lambda=1$ / Відношення вологого повітря (60% вологості) до палива, кг/кг для $\lambda=1$	5,74	5,66	3.88	4.133	3.725	5,153
13.	Numer rysunku dla wyników analizy termodynamicznej zgazowania i spalania/ Номер рисунку з результатами термодинамічного аналізу горіння і газифікації	1a	2a	3a	4a	5a	6a
14.	Numer rysunku dla wyników analizy produktów zgazowania i spalania w powietrzu/ Номер рисунку з результатами аналізу продуктів газифікації та горіння в повітрі	1b	2b	3b	4b	5b	6b



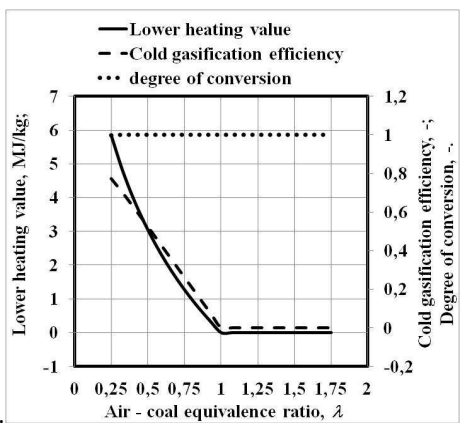
a.



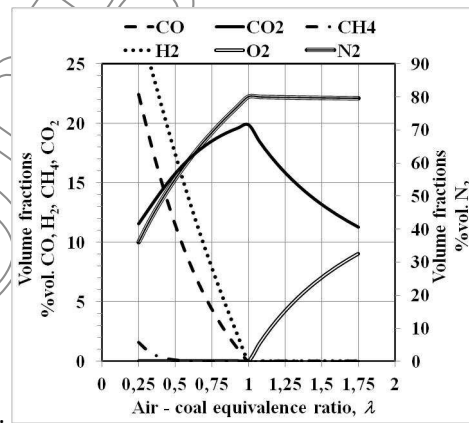
b.

Rys. 10. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **słomy pszenicznej** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 10. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **пшеничної соломи** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X=60$ %: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу



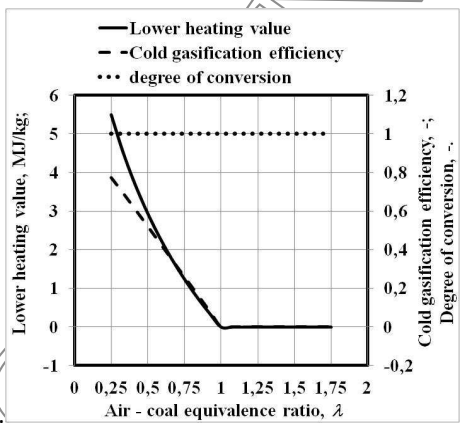
a.



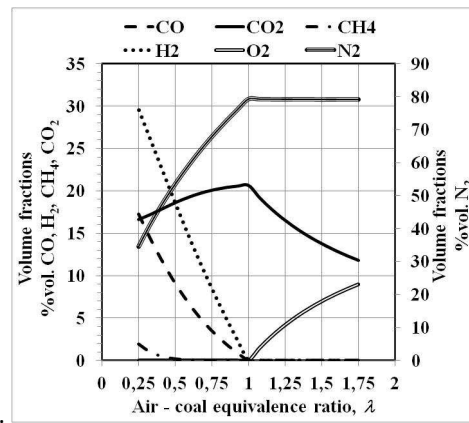
b.

Rys. 11. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **słomy jęczmiennej** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 11. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **ячмінної соломи** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X=60$ %: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу



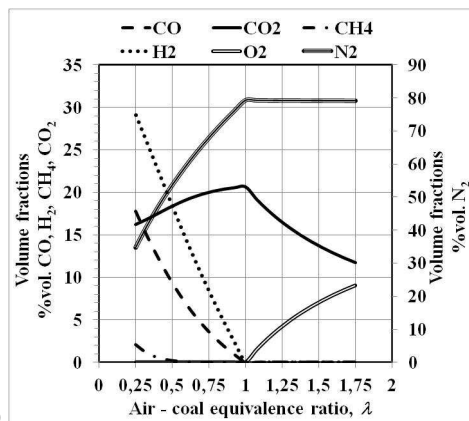
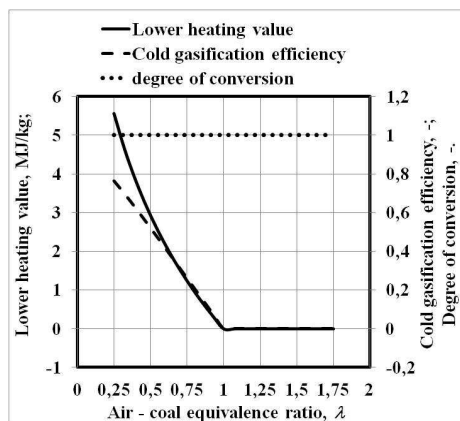
a.



b.

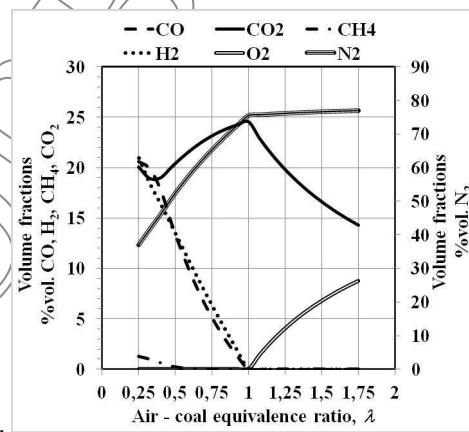
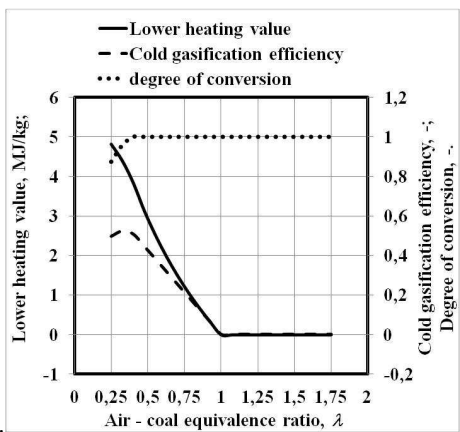
Rys. 12. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **słomy kukurydzianej** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 12. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **кукурудзяної соломи** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X=60$ %: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу



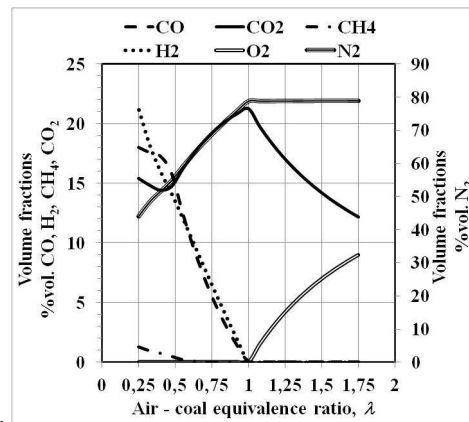
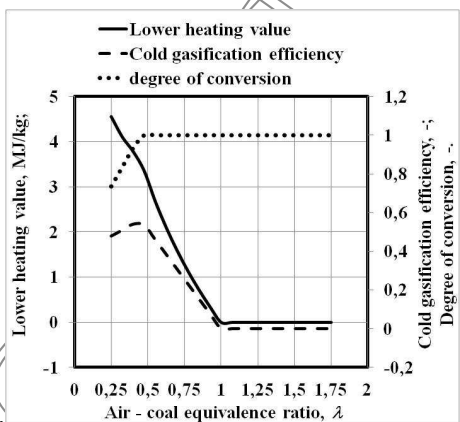
Rys. 13. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **zrębek drzewnych** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60\%$: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 13. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **деревної тріски** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу



Rys. 14. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **pelletów drzewnych** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60\%$: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 14. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **деревних pelletів** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу



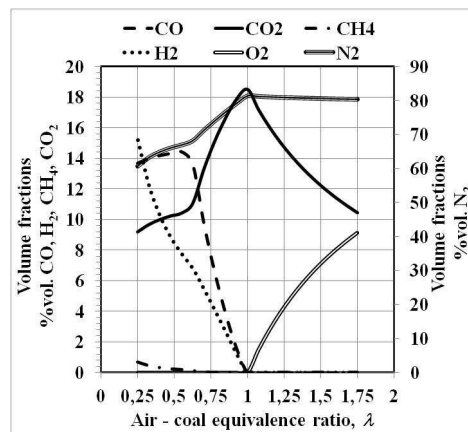
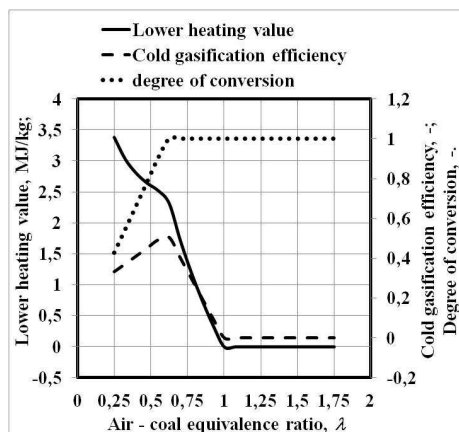
Rys. 15. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **pelletów drzewnych** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60\%$: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 15. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **деревних pelletів** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації, ступінь перетворення; б. основні компоненти газових продуктів процесу

Tablica V. Dane termodynamiczne wybranych węgli. Analiza spalania/ zgazowania w powietrzu o temperaturze 15°C, przy ciśnieniu 1013 hPa dla poszczególnych rodzajów przedstawiona została na rys. 16-20/

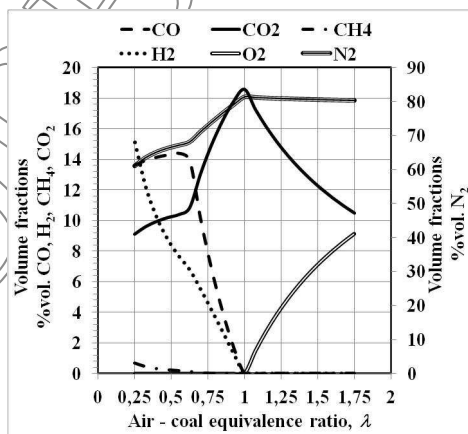
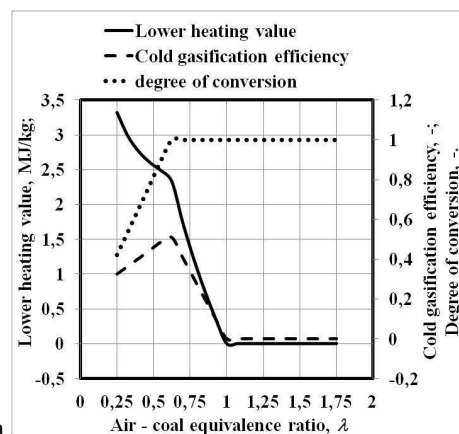
Таблиця V. Термодинамічні дані обраних видів вугілля. Аналіз спалювання/ газифікації в температурі повітря 15°C при тиску 1013 гПа для окремих типів показана на рис. 16-20

Ip. / №	Składnik / Компонент	Węgiel Czerwono - grodzki / Вугілля Червоногородське	Miał „Wujek” / штиб з шахти "Wujek"	Miał „Janina” / штиб з шахти "Janina"	Brunatny – „Drzewce” / буре вугілля з шахти "Drzewce"	Brunatny Szczerców / буре вугілля з шахти "Szczerców"
1.	Zawartość popiołu; A, % mas./ Зо́льність; A, % маси	6,47	25,2	21,66	12,80	9,83
2.	Zawartość węgla; C, % mas./ Вміст вуглецю; C, % маси	76,44	62,6	59,08	60,94	59,28
3.	Zawartość wodoru; H, % mas./ Вміст водню; H, % маси	5,06	4,04	4,42	4,80	4,57
4.	Zawartość tlenu; O, % mas./ Вміст кисню; O, % маси	8,59	6,14	11,62	19,11	22,57
5.	Zawartość azotu; N, % mas./ Вміст азоту; N, % маси	1,42	1,02	1,03	0,52	1,51
6.	Zawartość siarki; S, % mas./ Вміст сірки; S, % маси	2,02	1	2,19	1,85	2,23
7.	Wartość opałowa stan suchy, MJ/kg/ Теплотворна здатність в сухому стані, МДж/кг	28,27	23,02	22,21	23,01	22,37
8.	Zawartość wilgoci w stanie roboczym, % mas./ Вміст вологи в робочому стані, % маси	5–7.5	6–9	7.5–9.5	48–55	45–55
9.	Wartość opałowa w stanie roboczym, MJ/kg/ Теплотворна здатність в робочому стані, МДж/кг	26,1–26,8	21,0–21,6	20,08–20,56	10,35–11,95	10,10–12,45
10.	Temperatura adiabatycznego spalania dla $\lambda=1$ / Адиабатична температура горіння для коефіцієнту надлишку повітря $\lambda=1$	1949 (stan suchy/ у сухому стані)	1919 (stan suchy/ у сухому стані)	1936 (stan suchy/ у сухому стані)	1660 (Wilgoć 50% mas.)/ (50% вологи)	1673 (Wilgoć -50%)/ (50% вологи)
11.	Stosunek powietrza wilgotnego (o wilgotności 60%) do paliwa, kg/kg dla $\lambda=1$ / Відношення вологого повітря (60% вологості) до палива, кг/кг для $\lambda=1$	10.31	8.41	7,954	3.98	3,78
12.	Numer rysunku dla wyników analizy termodynamicznej zgazowania i spalania/ Номер рисунку з результатами термодинамічного аналізу горіння і газифікації	7a	8a	9a	10a	11a
13.	Numer rysunku dla wyników analizy produktów zgazowania i spalania w powietrzu/ Номер рисунку з результатами аналізу продуктів газифікації та горіння в повітрі	7b	8b	9b	10b	11b



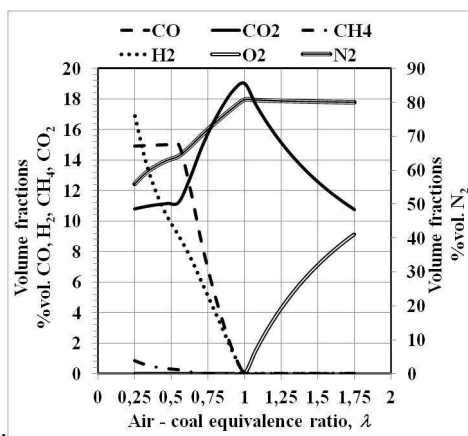
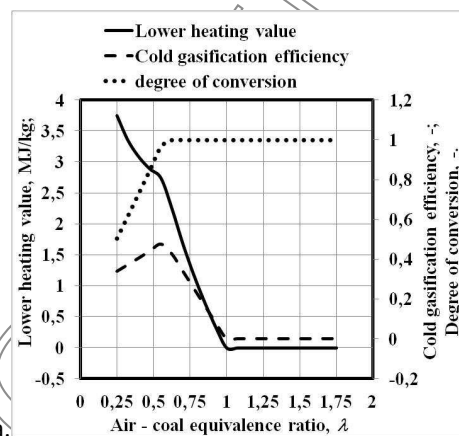
Rys. 16. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **węgla czerwonołódzkiego** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 16. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **вугілля червоногородського** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації; б. основні компоненти газових продуктів процесу



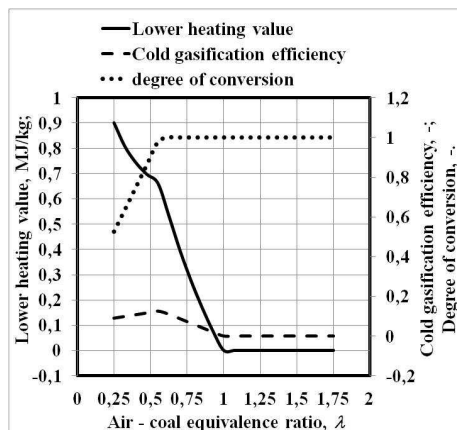
Rys. 17. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **miału typ II A z kopalni Wujek** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 17. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **штибу типу II A з шахти "Wujek"** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації; б. основні компоненти газових продуктів процесу

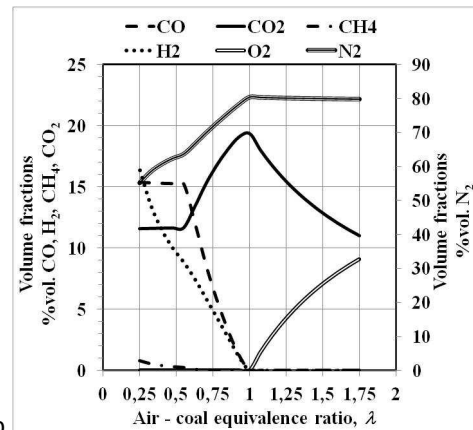


Rys. 18. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **miału typ II A z kopalni Janina** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 18. Рівноважний аналіз газифікації та спалювання **штибу типу II A з шахти "Janina"** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при температурі $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X= 60\%$: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації; б. основні компоненти газових продуктів процесу



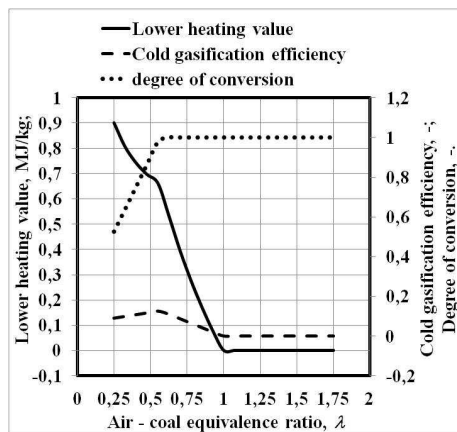
a.



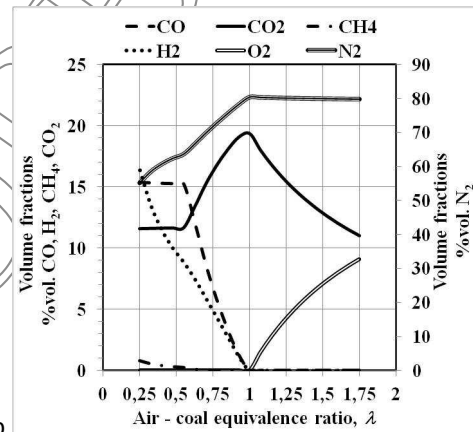
b.

Rys. 19. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **węgla brunatnego z odkrywki "Drzewce"** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 19. Рівноважний аналіз газифікації і спалювання бурого вугілля з родовища **"Drzewce"** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X=60$ %: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації; б. основні компоненти газових продуктів процесу



a.



b.

Rys. 20. Analiza równowagowa zgazowania i spalania **węgla brunatnego z odkrywki "Szczercow"** dla różnych współczynników nadmiaru powietrza o temperaturze $T=273$, $p=1013$ hPa, wilgotności $X=60$ %: a. wartość opałowa, sprawność zgazowania, stopień przereagowania; b. główne składniki gazowych produktów procesu/

Рис 20. Рівноважний аналіз газифікації і спалювання бурого вугілля з родовища **"Szczercow"** для різних коефіцієнтів надлишку повітря при $T = 273$, $p = 1013$ гПа, вологості $X=60$ %: а. теплотворна здатність, ефективність газифікації; б. основні компоненти газових продуктів процесу

10. Oferta wybranych producentów technologii w obszarze produkcji i wykorzystania energii/

**Пропозиція обрані виробники технологій
в обшарі виробництва і використання енергії**

**O FIRMIE ARDEO S.C.**

Marka ARDEO została zainicjowana przez właścicieli dwu uznanych firm: Budkot oraz Simar, którzy od wielu lat związani są z produkcją urządzeń grzewczych, zwłaszcza kotłów na paliwa stałe. Firma ARDEO wprowadza nową jakość do idei palnika retortowego.

Wychodząc naprzeciw rosnącym wymaganiom klientów chcących szerzej zastosować popularną „retortę”, zwłaszcza w zakresie większej swobody stosowanego opału, stworzono palnik retortowy przystosowany do spalania groszku oraz drobniejszych sortów opału, a zwłaszcza miału węglowego. Atutem palnika retortowego na miał firmy ARDEO jest jego uniwersalność tzn. przystosowanie zarówno do spalania groszku jak i miału bez konieczności ingerowania w konstrukcję ani montaż palnika.



Podajniki typu AZP o małej mocy od 12 do 50 kW w wersji z rusztem stałym i obrotowym.



Podajniki małej mocy stalowo żeliwne od 15 do 38 kW.
Podajniki małej mocy żeliwne od 15 do 32 kW.



Podajniki średniej mocy od 75 do 200 kW.



Podajniki dużej mocy od 250 do 2000 kW.



Podajniki tłokowe (posuwowe) od 15 do 38 kW.

**ПРО КОМПАНІЮ ARDEO S.C.**

Марка Ardeo була ініційована власниками двох відомих компаній: Budkot і Simar, які протягом багатьох років пов'язані з виробництвом опалювальних приладів, особливо котлів на твердому паливі. Компанія Ardeo вводить нову якість до ідеї ретортного пальника.

Для задоволення зростаючих потреб клієнтів, які шукають широкого застосування популярної "реторти", особливо з точки зору більшої свободи використаного палива, створили ретортні пальники, призначені для спалювання горошку і дрібніших видів палива, особливо вугільного штибу. Перевагою ретортного пальника компанії Ardeo є його універсальність, тобто його пристосування до спалювання як горошку, так і штибу без потреби змін в конструкції або установці пальника.

Податчики типу AZP малої потужності від 12 до 50 кВт в версії з нерухомою і оборотною решіткою.

Податчики малої потужності зі сталі та чавуну від 15 до 38 кВт.

Податчики малої потужності чавуну від 15 до 38 кВт.

Податчики середньої потужності від 75 до 200 кВт.

Податчики великої потужності від 250 до 2000 кВт.

Поршневі податчики (посувні) від 15 до 38 кВт.



O FIRMIE ZBK „BUD-KOT”

Firma ZBK BUD-KOT działa na polskim rynku od 1988 roku. Jest ona producentem kotłów grzewczych oraz innych urządzeń związanych z ciepłownictwem takich jak: kotły parowe, wymienniki ciepła, suszarnie, nagrzewnice powietrza opalane węglem. Zmiany i potrzeby rynku, a także planowany rozwój mobilizuje firmę do ciągłego poszerzania asortymentu i produkcji kotłów na zamówienie klienta.

KOCIOŁ WKC



600 – 5000 kW

Kotły wodne niskotemperaturowe typu WKC od 600 do 5000 kW z rusztem mechanicznym opalane miałem węglowym do ogrzewania gospodarstw ogrodniczych, hal produkcyjnych, warsztatów.

Низькотемпературні водогрійні котли від 600 до 5000 кВт з механічною решіткою вугільного опалювання для опалення садівних господарств, виробничих цехів, майстерень.

RUSZT ŻRMC



Ruszt mechaniczny typu ŻRMC przeznaczony jest do współpracy z kotłami, nagrzewnicami przed paleniskami itp. opalanymi miałem węglowym

Решітка механічна типу ŻRMC przeznaczona dla roboty z kotłami, obgrzewaczami przed wogniщами i t.d., opalowanymi sztybom.

WYTWORNICA PARY



Wytwornica pary PKR jest uniwersalnym źródłem pary (od 800 do 70000 kg/h). Produkowana jest w zakresie mocy cieplnych od 550 do 4800 kW dla różnorodnych celów technologicznych. Wyposażona w ruszt mechaniczny staje się tanim źródłem pozyskania pary.

Парогенератор PKR є універсальним джерелом пара (від 800 до 70000 кг/год). Він виробляється в діапазоні теплової потужності від 550 до 4800 кВт для різних технологічних цілей. Оснащений механічною решіткою стає дешевим джерелом отримання пара.

WYMIENNIK CIEPŁA



Wymiennik WP6 służy do podgrzewania wody do celów socjalnych i przemysłowych oraz pełni rolę zasobnika ciepłej wody. Zaletą jest wymiennalność węzownica, wyposażona w anody magnezowe.

Теплообмінник WP6 використовується для нагріву води в соціальних і промислових цілях, діє як резервуар для гарячої води. Перевагою є вимінювальний змієволик, оснащений магнієвими анодами.

KOCIOŁ KTM



20 - 900 kW

Dużym atutem kotła KTM (od 20 do 900 kW) jest możliwość spalania w systemie automatycznego podawania paliwa szerokiej gamy opałów oraz ich mieszanek. Wyposażenie kotła w podajnik tłokowy umożliwia bezpieczny i pewny sposób podawania opału.

Основною перевагою котла KTM (від 20 до 900 кВт) є можливість спалювання в системі автоматичної подачі палива широкого діапазону палив та їх сумішей. Обладнання котла поршневым податчиком створює безпечний і надійний спосіб подачі палива.



O FIRMIE CARBOTHERM

CARBOTHERM działa na rynku ciepłowniczym i sanitarnym od 2004r. Głównym elementem naszej działalności jest budowa wszelkiego rodzaju kotłowni zaczynając od budynków mieszkalnych, ciepłowni osiedlowych a kończąc na kotłowniach przemysłowych. Zajmujemy się także produkcją palników retortowych na paliwa stałe o mocach do 2 MW.

Wychodząc na przeciw oczekiwaniom rynku firma rozszerzyła profil działalności o instalacje przemysłowe i prefabrykację konstrukcji stalowych. W 2014 roku uruchomiona została wytwórnia konstrukcji stalowych, wdrożono i certyfikowano System Zakładowej Kontroli Produkcji wg normy EN 1090-2 zdobywając uprawnienia wytwórcy konstrukcji stalowych do klasy EXC3. Firma świadczy także usługi w zakresie szeroko pojętej obróbki metali i spawania stali konstrukcyjnych. Zapewnia wykonawstwo na najwyższym poziomie, wykwalifikowaną kadrę inżynieryjno-techniczną, uczciwość oraz odpowiedzialność w kontaktach z kontrahentami. CARBOTHERM oferuje produkty i usługi w atrakcyjnych cenach, a jakość ich świadczeń jest na najwyższym poziomie.



Przebudowa kotłowni węglowej wraz z montażem 3 kotłów o mocy 280kW i z instalacją.



Wykonanie instalacji kotłowni parowej o mocy 2 MW pod klucz, na obiekcie Oczyszczalni Ścieków.



Wykonanie kotłowni parowej wraz z projektem, dostawą i montażem kotła o mocy 2,5 MW.



Produkcja palników retortowych (na węgiel i miał) od 300kW do 2MW.



ПРО КОМПАНІЮ

CARBOTHERM працює на ринку опалення та каналізації з 2004 року. Основним елементом нашої діяльності є будівництво всіх видів котельних, починаючи від житлових будівель, опалення житлових приміщень і закінчуючи промисловими котельними. Ми також займаємося виробництвом ретортних пальників на тверде паливо потужністю 2 МВт. Для того, щоб виправдати очікування ринку, ми поширили бізнес-профіль нашої діяльності і виготовляємо промислові установки і префабриковані сталеві конструкції. У 2014 році ми запустили виробництво сталевих конструкцій, впровадили і сертифікували Систему заводського контролю виробництва відповідно до норми EN 1090-2, здобуваючи дозвіл виробника сталевих конструкцій до класу EXC3. Ми також надаємо послуги в широкому спектрі металообробки та зварювання конструкційних сталей. Ми забезпечуємо виконання на найвищому рівні, кваліфікованих інженерів і техніків, чесність і відповідальність в роботі з підрядниками. Ми пропонуємо продукти та послуги за привабливими цінами, а якість наших послуг є на найвищому рівні.

Реконструкція вугільної котельної з установкою 3-х котлів потужністю 280 кВт з обладнанням.

Установка парової котельної потужністю 2 МВт під ключ, на об'єкті Очищення стічних вод.

Виконання парової котельної з проектуванням, постачанням і монтажом котла потужністю 2,5 МВт.

Виробництво ретортних пальників (на вугілля і штиб) від 300 кВт до 2 МВт.



tel. + 48 58 671 70 80
fax. + 48 58 671 69 40
e-mail: fako@fako.pl

adres | Fabryka kotłów FAKO S.A.
ul. Stoczniewców 8
84 - 230 Rumia – Janowo
Polska



O FIRMIE FAKO

Fabryka Kotłów „FAKO” S.A. działa nieprzerwanie już ponad 60 lat! Od ponad pół wieku produkcją podstawową i dominującą jest produkcja kotłów. Wszystkie wyroby spełniają rygorystyczne normy ekologiczne EU oraz wyposażone są w najnowocześniejszą automatykę co zapewnia bezpieczny i bezawaryjny system pracy.

Oferujemy kotły wodne w zakresie mocy od 16 kW do 10 MW oraz kotły parowe w zakresie wydajności pary od 80 do 15 tys. kg pary na godzinę i ciśnienia do 20 bar. Mogą być one opalane zarówno paliwami stałymi takimi jak: węgiel kamienny, pellet, biomasa (zrębki drewniane), a także paliwami płynnymi takimi jak: gaz i olej opałowy.

Firma podchodzi do każdego klienta indywidualnie, każde zlecenie jest dostosowane jak najbardziej do potrzeb. W ofercie znajdują się również kotły niestandardowe, wykonane na specjalne zamówienie. Misją FAKO S.A. jest „Dostarczamy ciepła dla każdego”.

ПРО КОМПАНІЮ FAKO

Котельний завод "FAKO" S.A. працює безперервно протягом більше 60 років! Протягом понад півстоліття домінуючим первинним виробництвом є виробництво котлів. Всі продукти відповідають суворим екологічним стандартам ЄС і оснащені за останнім словом автоматизації, що гарантує безпечну і безперебійну роботу системи.

Ми пропонуємо водяні котли в діапазоні потужності від 16 кВт до 10 МВт і парові котли в діапазоні продуктивності пара від 80 до 15 тисяч кг пара в годину і при тиску до 20 бар. Вони можуть працювати як на твердих видах палива, таких як вугілля, пелети, біомаса (тріска), так і на рідких паливах, таких як газ і мазут. Компанія підходить до кожного клієнта індивідуально, кожне замовлення враховує вимоги клієнта. Ми пропонуємо також нестандартні котли, виконані на спеціальне замовлення. Місією "FAKO" S.A. є "подача тепла для кожного".



Kocioł wodny typu SWD przeznaczony jest do odbioru ciepła wytworzonego przy spalaniu trocin i rozdrobnionych odpadów drzewnych o wilgotności do 60% w paleniskach ceramicznych i przekazania jego do instalacji centralnego ogrzewania i urządzeń technologicznych – systemów otwartych o ciśnieniu nieprzekraczającym 2,5 bar i temperaturze czynnika grzewczego do 100 °C

Водяний котел типу SWD призначений для збору тепла шляхом спалювання тирси і подрібнених деревних відходів з вмістом вологи 60% в керамічних печах і передачі його в центральну систему опалення і до технологічних пристроїв відкритих систем з тиском не більше 2,5 бар і температурою теплоносія до 100 °C.

Podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne kotłów wodnych SWD 200 - 2000

Основні технічно-експлуатаційні параметри водяних котлів SWD 200-2000

Parametry/ Параметри		SWD 200	SWD 350	SWD 600	SWD 750	SWD 950	SWD 1200	SWD 1600	SWD 2000
Moc znamionowa kotła/ Номінальна потужність котла	kW	200	350	600	750	950	1200	1600	2000
Zużycie paliwa/ Витрати палива	kg/h	54	94	160	200	254	320	427	534
Powierzchnia ogrzewalna/ Площа нагріву	m ²	14,5	16,8	32	41	53	62	83	101
Wymagany ciąg w dymnicy/ Необхідна тяга в димовій камері	Pa	250	300	350	350	350	360	370	400
Pojemność wodna kotła/ Об'єм води в котлі	m ³	1,15	2	3,4	4,2	5,4	5,7	5,9	6,6
Masa kotła bez podpaleniska/ Вага котла без підвогнища	kg	1400	2200	3300	4500	4900	5300	5700	6900

„Galmet Sp. z o.o.” Sp. K.

PL 48-100 Głubczyce, Raciborska 36
export dept.: +48 77 403 45 80
e-mail: export@galmet.com.pl
fax: +48 77 403 45 99



Kotły c.o. z podajnikiem

- ▶ Szeroki zakres mocy - od 12 do 150 kW.
- ▶ 5-ta klasa emisji spalin (w zależności od modelu).
- ▶ Wysoka sprawność cieplna - nawet do 94,29%.
- ▶ Korpus ze stali kotłowej o grubości od 5 do 8 mm zapewniający wysoką wytrzymałość i żywotność.
- ▶ Duże zasobniki paliwa - do 520 dm³.
- ▶ Spalane paliwa: węgiel, ekogroszek (podstawowe); pellet (zastępcze).

Kotły c.o. bez podajnika

- ▶ Szeroki zakres mocy - od 7 do 150 kW.
- ▶ Prosta obsługa i bezawaryjność.
- ▶ Możliwość pracy bez energii elektrycznej.
- ▶ Wysoka sprawność cieplna - do XX%.
- ▶ Korpus ze stali kotłowej o grubości od 5 do 8 mm zapewniający wysoką wytrzymałość i żywotność.
- ▶ Spalane paliwa: węgiel kamienny (podstawowe); drewno opałowe (zastępcze).

Ogrzewacze wody

- ▶ Zakres pojemności - od 5 do 5000 l.
- ▶ Szeroki asortyment typów i zastosowań - od zbiorników elektrycznych, przez wymienniki c.w.u., po bufor.
- ▶ Najwyższej jakości emalia ceramiczna EXTRA GLASS® zapewniająca długą żywotność zbiornika.

Pompy ciepła

- ▶ Powietrze-woda do c.w.u.: Spectra, Basic, Small
- ▶ Powietrze-woda do c.o. i c.w.u.: Airmax² o mocach od 6 do 15 kW.
- ▶ Ziemia-woda do c.o. i c.w.u.: Maxima o mocach od 7 do 16 kW.

Zestawy solarne

- ▶ Kolektory słoneczne płaskie: miedziane i aluminiowe o powierzchni od 2,1 do 2,7 m².
- ▶ Kolektory próżniowo-rurowe o powierzchni od 2,35 do 3,10 m².
- ▶ Zestawy fotowoltaiczne ON i OFF-GRID.
- ▶ Kompletnie zestawy solarne dla każdej rodziny.

Котли центрального опалення з податчиком

- ▶ Широкий діапазон потужності - від 12 до 150 кВт.
- ▶ 5 клас за викидами (в залежності від моделі).
- ▶ Висока тепловий ККД - навіть до 94,29%.
- ▶ Корпус з котельної сталі товщиною від 5 до 8 мм, котра забезпечує високу міцність та довговічність.
- ▶ Великі засібники палива - до 520 дм³.
- ▶ Спалювальні палива: вугілля, екогорошок (головне), пелет (замінник).

Котли центрального опалення без податчика

- ▶ Широкий діапазон потужності - від 7 до 150 кВт.
- ▶ Просте обслуговування і безаварійність.
- ▶ Можлива праця без електричної енергії.
- ▶ Висока тепловий ККД - навіть до 87%.
- ▶ Корпус з котельної сталі товщиною від 5 до 8 мм, котра забезпечує високу міцність та довговічність.
- ▶ Спалювальні палива: кам'яне вугілля (головне); дрова (замінник).

Водонагрівачі

- ▶ Діапазон об'єму - від 5 до 5000 літрів.
- ▶ Широкий вибір типів і застосувань - від резервуарів електричних водонагрівачів, через теплообмінники гарячого водопостачання, по буфери.
- ▶ Найвища якість керамічної емалі EXTRA GLASS® для тривалої служби засібника.

Теплові насоси

- ▶ Повітря-вода для підігріву води: Spectra, Basic, Small
- ▶ Повітря-вода для центрального опалення і підігріву води: AirMax² потужністю від 6 до 15 кВт.
- ▶ Земля-вода для центрального опалення і підігріву води: Maxima потужністю від 7 до 16 кВт.

Сонячні комплекти

- ▶ Панелі сонячних батарей: мідні і алюмінієві в діапазоні від 2,1 до 2,7 м².
- ▶ Вакуумні трубчасті колектори площею від 2,35 до 3,10 м².
- ▶ Фотовольтаїчні системи ON i OFF-GRID.
- ▶ Повні сонячні комплекти для кожної сім'ї.



O FIRMIE KLIMOSZ

Klimosz Sp. z o.o. to od wielu lat sprawdzona marka na rynku techniki grzewczej w Polsce i w Europie. Jesteśmy jednym z największych producentów oraz dystrybutorów kotłów żeliwnych na paliwo stałe oraz kotłów automatycznych na eko-groszek i biomasę Klimosz. W ofercie poza szeroką gamą ekologicznych kotłów automatycznych, gazowych oraz zasypowych Klimosz znajdują Państwo także części zamienne do wszystkich rodzajów kotłów Klimosz oraz bogatą ofertę materiałów instalacyjnych.

Zajmujemy się również dystrybucją źródeł tzw. Zielonej Energii czyli pomp ciepła, kolektorów słonecznych i nowoczesnych kotłów na paliwa z biomasy. Ofertę uzupełniają trwałe, estetyczne grzejniki stalowe "Quinn" wyróżniające się wyższą od konkurencyjnych produktów mocą na jednostkę powierzchni grzejnika, podgrzewacze wody i zbiorniki akumulacyjne.

KLIMOSZ WALLY



17kW 23kW 29kW 34kW 40kW 46kW 52kW 58kW

Żeliwny kocioł zasypowy na paliwa stałe, oparty na wymienniku Viadrus, o szacowanej żywotności 25-lat. Kocioł ma możliwość konwersji na automatyczny dzięki zestawowi palnika automatycznego z palnikiem peletowym z automatyczną zapalarką i czyszczeniem, bądź z palnikiem retortowym lub rynnowym. Możliwość stosowania w otwartym i zamkniętym układzie.



ПРО КОМПАНІЮ KLIMOSZ

ТМ Klimosz (Клімош) - відомий бренд з багаторічною історією на ринку обігрівальної техніки не лише у Польщі, а й у всій Європі. Ми є одним з найпотужніших виробників та дистриб'юторів чавунних твердопаливних котлів, а також котлів автоматичних на еко-горошок та біомасу Klimosz. Окрім широкого асортименту екологічних автоматичних, газових та засипних котлів Klimosz, ми пропонуємо запчастини на заміну до різного типу котлів, а також матеріали для їх монтажу.

Також ми займаємося дистрибуцією джерел Зеленої енергії: pomp тепла, сонячних колекторів та сучасних котлів на паливо з біомаси. Пропозицію доповнюють зносостійкі, естетичні сталеві радіатори опалення Quinn, які вирізняються вищою від конкурентів потужністю на одиницю поверхні обігрівача, підігрівачі води та акумуляційні контейнери.

Чавунний засипний котел на тверде паливо, на основі теплообмінника Viadrus, з терміном служби 25 років, з можливістю переробки на автоматичний завдяки комплекту автоматичного пальника з пальником пелетним з автоматичним підігрівачем та чищенням, або ж з ретортним чи факельним пальником. Можливість застосування у системах закритого та відкритого типу опалення.



KLIMOSZ DUO NG



15kW 25kW 35kW 45kW 55kW 75kW 100kW 150kW

Kocioł ze stali kotłowej o podwyższonej wytrzymałości P265GH z automatycznym palnikiem retortowym oraz dodatkową komorą spalania gdzie można spalać zastępczo węgiel/drewno. Posiada zewnętrzne drzwi zmniejszające straty ciepła. Czopuch z możliwością zmiany wylotu: pion/poziom (patent firmy KLIMOSZ). Duży zasobnik 230L. Sterownik KLIMOSZ BASIC lub regulator pogodowy KLIMOSZ KOMFORT z opcją sterowania pracą kotła przez internet (moduł WIFI). Motoreduktor renomowanego niemieckiego producenta NORD. Możliwość stosowania w otwartym i zamkniętym układzie.



Stalowy kotel підвищеної стійкості P265GH з автоматичним ретортним пальником, а також додатковою коморою згорання для вугілля/деревини. Зовнішні теплоізоляційні дверцята зменшують втрату тепла. Вертикальний або горизонтальний димохід (патент компанії KLIMOSZ). Ємнісний 230-літровий контейнер. Регулятор KLIMOSZ BASIC або погодний регулятор KLIMOSZ KOMFORT з опцією керування роботою котла через інтернет (модуль WIFI). Моторедуктор відомого німецького виробника NORD. Можливість застосування у системах закритого та відкритого типу опалення.



KLIMOSZ DUOPELET NG



15kW 25kW 35kW 45kW 55kW 75kW 100kW 150kW

Kocioł ze stali kotłowej o podwyższonej wytrzymałości P265GH z palnikiem peletowym z funkcją automatycznego rozpalania i wygaszania, posiada metalową zapalarkę odporną na przepalenia oraz funkcję automatycznego czyszczenia. Kocioł posiada dodatkową komorę spalania gdzie można spalać zastępczo węgiel/drewno. Zewnętrzne drzwi zmniejszają straty ciepła. Czopuch z możliwością zmiany wylotu: pion/poziom (patent firmy KLIMOSZ). Duży zasobnik 300L (z możliwością powiększenia do 900L/1700L). Regulator pogodowy KLIMOSZ KOMFORT z opcją sterowania pracą kotła przez internet (moduł WIFI). Możliwość stosowania w otwartym i zamkniętym układzie.



Stalowy kotel підвищеної стійкості P265GH з пелетовим пальником з функцією автоматичного розпалювання та гасіння, металевим зносостійким підігрівачем, а також функцією автоматичного чищення. Котел містить додаткову комору для спалювання на заміну вугілля/деревини. Зовнішні теплоізоляційні дверцята зменшують втрату тепла. Вертикальний або горизонтальний димохід (патент компанії KLIMOSZ). Ємнісний 230-літровий контейнер (з можливістю збільшення до 900 л/1700 л). Погодний регулятор KLIMOSZ KOMFORT з опцією керування роботою котла через інтернет (модуль WIFI). Можливість застосування у системах закритого та відкритого типу опалення.





O FIRMIE KOMIN - FLEX

Firma od 20 lat produkuje systemy kominowe ze stali kwasoodpornych. W ofercie znajdują się: wkłady kominowe, kominy izolowane oraz zakończenia i nasady kominowe. Profesjonalny system odprowadzania spalin to możliwość uzyskania największej sprawności urządzenia grzewczego.

Wysoka przewodność cieplna, odporność zastosowanego materiału na działanie spalin oraz szeroki zakres średnic (60 – 500 mm) i różnorodność typowych elementów sprawia, że wyroby Komin-Flex są najwygodniejszym systemem odprowadzania spalin z kotłów opalanych gazem, olejem i paliwami stałymi.

Wszystkie wyroby Komin-Flex posiadają wymagane certyfikaty i odpowiadają europejskim normom: EN 1443, EN 1856-2, EN 14989-2, a produkcja objęta jest systemem Zakładowej Kontroli Produkcji; certyfikat nr 1020-CPD-070038635.

Wysoka jakość i trwałość wyrobów, wieloletnie doświadczenie i zaangażowanie w produkcję bezpiecznych systemów kominowych gwarantują satysfakcję klientom firmy Komin- Flex.



Elementy wkładów i kominów WSPS



Elementy kominów izolowanych SLIM



Elementy wkładów i kominów WSPS



Elementy zakończeń kominowych



ПРО КОМПАНІЮ КОМИН-FLEX

Компанія від понад 20 років виробляє димові системи з нержавіючої сталі. Пропозиція включає в себе: вкладиші, ізольовані труби, а також комплектуючі і закінчення димоходів. Професійна система випуску відпрацьованих газів дозволяє отримати найвищу ефективність нагрівального пристрою.

Висока теплопровідність, опір використовуваного матеріалу на вихлопні гази, а також широкий діапазон діаметрів (60 - 500 mm) і різномірність типових елементів роблять продукти Komin-Flex найбільш зручною системою відпровадження димових газів з котлів на газ, нафту і тверде паливо. Всі продукти Komin-Flex мають необхідні сертифікати і відповідають європейським стандартам: EN 1443, EN 1856-2, EN 14989-2, а продукція підлягає Системі заводського контролю виробництва; Сертифікат № 1020-CPD-070038635.

Висока якість і довговічність виробів, багаторічний досвід і zaangażованість в виробництво безпечних систем димоходів гарантує задоволення клієнтів компанії Komin- Flex.

Елементи вкладів і димоходів WSPS

Елементи ізольованих димоходів SLIM

Елементи вкладів і димоходів WSPS

Елементи закінчень димоходів



O FIRMIE MCE

Producent kotłów MCE oferuje sprawne, niezawodne, bezawaryjne, bezpieczne w użytkowaniu kotły oparte na wieloletnim doświadczeniu w branży, nowoczesnych technologiach i wysokiej jakości materiałach.

Propozycja jest bardzo zróżnicowana i wszechstronna. Asortyment obejmuje zarówno tradycyjne kotły na węgiel i drewno opałowe, jak i wielopaliwowe, zautomatyzowane kotły na ekogroszek, pellet, zrębki owies i inne paliwa, wymagające minimum obsługi. Zakres produkcji obejmuje kotły o mocy od 6 - 2000 kW. Producent kotłów z podajnikiem i bez podajnika, stalowych i żeliwnych. Firma otwarta na propozycje, elastycznie podchodzi do potrzeb i wymagań klienta, wykonując również kotły na indywidualne zamówienie.



ПРО КОМПАНІЮ МСЕ

Виробник котлів МСЕ пропонує справні, надійні, безвідмовні, безпечні в експлуатації котли на основі багаторічного досвіду роботи в галузі, сучасних технологій і високоякісних матеріалів. Пропозиція є дуже різноманітною і універсальною. Асортимент включає в себе як традиційні котли на вугілля та дрова, так і багатопаливні автоматичні котли на екогорошок, пелети, тріску вівса та інші палива, які вимагають мінімального технічного обслуговування. Сфера нашої продукції включає в себе котли потужністю від 6 до 2000 кВт. Виробник котлів з податчиком і без податчика, зі сталі і чавуну. Компанія відкрита для пропозицій, має гнучкий підхід до потреб і вимог замовника, також виробляє котли на індивідуальне замовлення.

KOCIOŁ V2 S



Kocioł V2 S jest zalecany dla użytkowników poszukujących taniego i skutecznego źródła ciepła, należy do grupy kotłów bez podajnika. Jest to kocioł na węgiel i inne paliwa, przystosowany do pracy dwusystemowej. Czterociągowa konstrukcja wymiennika zapewnia maksymalny odbiór ciepła ze spalin, a odpowiednie pochylenie komór wewnątrz wymiennika powoduje łagodniejszy ich przepływ (sprawność do 81%).

Котел V2 S

Котел V2 S рекомендується для користувачів, які шукають дешевого і ефективного джерела тепла, належить до групи котлів без податчика. Це котел на вугілля та інші палива, пристосований для дворежимної роботи. Конструкція теплообмінника на чотири тяги забезпечує максимальний відбір тепла від димових газів, а відповідний нахил камер всередині теплообмінника викликає більш лагідний їх потік (ККД до 81%).

Parametr/ Параметр		V2S-8	12	15	20	25	30	38	45
Zakres mocy nominalnej/ Діапазон номінальної потужності	kW	do 8	4-12	8-15	15-20	20-25	25-30	30-38	38-45
Powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń/ Площа приміщень, що обігріваються	m ²	30- 80	50-120	70-150	140-200	180-250	240-300	280-380	360-450
Sprawność cieplna (optymalna)/ Тепловий ККД	%	79 - 84	79-84	79-84	79-84	79-84	79-84	79-84	79-84
Wymagany ciąg spalin/ Необхідна тяга вихлопних газів	Pa	18	20	22	23	26	28	30	32
Przekrój komina/ Перетин димоходу	cm ²	180	220	250	280	300	300	320	320
Min. wysokość komina/ Мінімальна висота димоходу	m	5	6	6	7	7	8	9	10
Zasilanie/ Постачання	V/Hz	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50

KOCIOŁ V6



Kocioł V6 wyposażony jest w wysokiej jakości automatyczny podajnik paliwa i mikroprocesorowy sterownik. Wymiennik płytowy wykonany jest z blachy o grubości 6 mm W zestawie znajduje się również ruszt zastępczy umożliwiający spalanie drewna, węgla brunatnego, kamiennego (różnej granulacji) i szeregu innych paliw stałych.

Котел V2 S

Котел V6 оснащений високої якості автоматичним податчиком палива та мікропроцесорним контролером. Пластинчастий теплообмінник виконаний з листового металу товщиною 6 мм. В комплект входить також заміна решітка, котра дозволяє спалювати деревину, брунатне вугілля, кам'яне вугілля (різного гранулювання) і ряд інших видів твердого палива.

Parametr/ Параметр		12	25	32	42	50
Zakres mocy nominalnej/ Діапазон номінальної потужності	kW	4 - 12	8-25	10-32	12-42	15-50
Powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń/ Площа приміщень, що обігріваються	m ²	50 - 120	60-250	100-320	120-420	120-500
Sprawność cieplna (optymalna)/ Тепловий ККД	%	>89	>89	>89	>89	>89
Wymagany ciąg spalin/ Необхідна тяга вихлопних газів	Pa	25	25	29	32	34
Przekrój komina/ Перетин димоходу	cm ²	160	180	200	220	250
Min. wysokość komina/ Мінімальна висота димоходу	m	6	8	9	10	10
Zasilanie/ Постачання	V/Hz	230/50	230 / 50	230 / 50	230 / 50	230 / 50



O FIRMIE METALBET Tarach

METALBET istnieje na polskim rynku od 1984 r. Firma produkcyjno-handlowo-usługowa powstała z pasji do tego czym się zajmujemy oraz chęci wprowadzenia do Polski innowacji w zakresie instalacji i urządzeń grzewczych. Jesteśmy świadomi, że planując inwestycje w urządzenia grzewcze, czy to dla domu, czy dla firmy, każdy człowiek szuka rozwiązań tanich, ale dobrych, które posłużą przez wiele lat. Od początku istnienia firmy stawia się więc na to by dostarczyć Klientom dokładnie tego, czego oni potrzebują: bezpieczną eksploatację, 24 miesięczną gwarancji, niską cenę i wysoką jakość.



ПРО КОМПАНІЮ METALBET Tarach

METALBET функціонує на польському ринку з 1984 року.. Поштовхом для створення нашої сімейної виробничо-торгово-сервісної компанії послужило захоплення улюбленою справою, а також бажання впровадити у Польщі інноваційні технології в області систем опалення і нагрівального обладнання. Ми усвідомлюємо, що плануючи придбання опалювального обладнання для дому чи для компанії, кожен шукає ощадних і водночас якісних та ефективних рішень, які послужать протягом довгих років. Тож з самого початку існування нашої компанії ми робимо ставку на те, щоб постачати нашим клієнтам саме те, чого вони потребують: повна експлуатаційна безпека, 24 місяці гарантія і низька ціна та висока якість продукту

HYDRA BASIC



15 - 25 kW

- palnik żeliwny – możliwość spalania ekogroszku i inne;
- wymiana paleniska umożliwia spalanie różnych paliw stałych tj. ekogroszek, orzech, węgiel brunatny, inne,
- solidne wykonanie –wysokiej jakości stal kotłowa o grubości 6 mm,
- doskonała izolacja termiczna i wytrzymałość mechaniczna (izolacja z bezazbestowej wełny mineralnej o grubości 40 mm).

- чавунна форсунка – можливість спалювати екогорох та дрібницю - заміна топка дає можливість використання всіх видів твердого палива, таких як екогорох, енергетична дрібниця, волоський горіх, брикети бурого вугілля та інші,
- твердий конструкція з котельної сталі товщиною 6 мм,
- чудова теплоізоляція і механічна міцність – теплова ізоляція з безасбестової мінеральної вати товщиною 40 мм .

HYDRA COMPAKT



15 – 50 kW

- solidne wykonanie ze stali kotłowej o grubości 6 mm,
- doskonała izolacja i wytrzymałość mechaniczna,
- ruszt wodny,
- żeliwny palnik i ślimak,
- możliwość stosowania różnych paliw: ekogroszek, miat, węgiel i drewno.

- твердий конструкція з котельної сталі товщиною 6 мм,
- відмінна теплоізоляція і механічна міцність,
- - водяна решітка
- чавунна форсунка і гвинтовий конвеєр,
- можливість застосування твердого палива, такого як: еко-горошок, вугільний штиб, вугілля, дрова.

AQUA PELLET RW



15 - 50 kW

- solidne wykonanie ze stali kotłowej o grubości 6 mm,
- doskonała izolacja i wytrzymałość mechaniczna,
- automatyczne rozpalenie i czyszczenia palnika z żużla i popiołu,
- mechaniczne zabezpieczenie przed cofaniem się płomienia do zasobnika paliwa
- zasilanie: biomasa, pelletem, ziarnami (owsa, kukurydzy itp.), pestkami owoców,
- obsługa co 3 – 7 dni.

- твердий конструкція з котельної сталі товщиною 6 мм,
- відмінна теплоізоляція і механічна міцність
- автоматичне: розпалювання і очищення пальника від шлаку і попелу
- механічний захист від зворотного руху полум'я в паливний бункер,
- спалювання біомаси: пелети, зерно (овес, кукурудза та ін.), сухі кісточки фруктів,
- обслуговування кожні 3-7 днів.



O FIRMIE PANCERPOL

Firma skupia się na produkcji oraz wdrażaniu podajników ślimakowych do kotłów na paliwa stałe. Produkuje podajniki różnych typów w szerokim zakresie mocy. Produkty są cenione na rynku za bardzo wysoką jakość, powtarzalność wyrobu oraz dostępność nawet w szczycie sezonu. Wszystkie detale stalowe są cięte laserowo, natomiast elementy żeliwne odlewane są na urządzeniach z wysokiej jakości żeliwa z dodatkiem chromu, co zapewnia wytrzymałość na wysoką temperaturę.

Podajniki PANCERPOL to unikatowe technologie i innowacyjne rozwiązania. Dzięki bezkompromisowemu podejściu do kwestii jakości gwarantują niezawodność i długowieczność swoich produktów.

Oferta obejmuje podajniki STANDARD do spalania EKO groszku, DUO do spalania ekogroszku z możliwością spalania mialów. Nowością są podajnik TRIO do spalania ekogroszku, mialu węglowego oraz pelletu oraz podajnik rynnowy 25 kW do spalania różnych typów węgla i mialu.



ПРО КОМПАНІЮ PANCERPOL

Компанія спеціалізується на виробництві і реалізації гвинтових конвеєрів для котлів на тверді палива. Виготовляє податчики різних типів в широкому діапазоні потужностей.

Продукти високо оцінюються на ринку за добру якість, відтворюваність і доступність продукту навіть у пік сезону. Всі сталі деталі вирізаються за допомогою лазера, а чавунні елементи відливаються на пристроях з високої якості чавуну з домішкою хрому, що забезпечує міцність при високій температурі.

Податчики PANCERPOL це унікальна технологія та інноваційні рішення. Завдяки безкомпромісному підходу до якості вони гарантують надійність і довговічність своєї продукції.

Пропозиція включає в себе податчики STANDARD до спалювання ЕКО горошку, DUO до спалювання екогорошку та штибу. Новими є податчик TRIO для спалювання екогорошку, штибу та пелет і податчик трубний 25 кВт для спалювання різних видів вугілля і штибу.

Podajnik STANDARD/ Податчик



Podajnik standard jest przeznaczony do spalania określonego typu paliwa ekogroszku w kotłach grzewczych. Dostępne moce 15-500 kW.

Податчик STANDARD призначений для спалювання окресленого виду палива екогорошку в нагрівальних котлах. Наявні потужності 15-500 кВт.

PODAJNIK DUO/ Податчик



Podajnik typu DUO jest przeznaczony do spalania dwóch typów paliwa – ekogroszku oraz mialu węglowego. Dostępne moce 17-75 kW.

Податчик DUO призначений для спалювання двох видів палива — екогорошку та штибу. Наявні потужності 17-75 кВт.

PODAJNIK TRIO/ Податчик



W podajniku typu TRIO poza podstawowymi typami paliwa takimi jak ekogroszek i mial, można spalać również przy zachowaniu wysokiej sprawności spalania biomasę taką jak pellet. Dostępne moce 17-75 kW.

У Податчик TRIO поза основними видами палива, такими як екогорошок и штиб, можна спалювати при збереженні високої ефективності спалювання біомасу, таку як пелет. Наявні потужності 17-75 кВт.

STANDARD O DUŻEJ MOCY/ податчики STANDARD високої потужності



Nowością są podajniki Standard o dużych mocach 500, 700, 800 i 900 kW przeznaczone do spalania ekogroszku i pelletu.

Новими є податчики Standard високої потужності 500, 700, 800 i 900 кВт, призначені для спалювання екогорошку и пелет.



O FIRMIE KOTŁY PIRO

KOTŁY PIRO posiadają: atest energetyczny oraz certyfikat ekologiczny. Produkowane kotły posiadają najwyższą klasę wg normy PN-EN 303-5 CE.

Kotły firmy PIRO mogą stanowić źródło ciepła wyłącznie w instalacjach centralnego ogrzewania systemu otwartego dla domów jednorodzinnych, mieszkań, zakładów i innych budynków użyteczności publicznej, zabezpieczonych zgodnie z wymogami PN-91/B-02413, w których temperatura nie przekracza 100°C.

Firma zapewnia serwis gwarancyjny i pogwarancyjny.

Trwałość produktów firmy Piro gwarantują zastosowane materiały najwyższej jakości. Płaszcz wodny wykonany z blachy o grubości 6mm, reszta konstrukcji z blachy o grubości 5mm. 100% izolacji z wełny mineralnej i obudowa z blachy głębokotłocznej - to minimalne straty ciepłe. Firma udziela 5 letniej gwarancji na swoje produkty.

PIRO



9-120 kW

Kocioł przystosowany do spalania: brykietu, drewna, węgla, koksu i miału.

Wysoka sprawność kotła dzięki nowoczesnej konstrukcji i systemu spalania paliw do 85%.

Czas palenia przy jednorazowym, pełnym uzupełnieniu opału wynosi do 12 godzin.

Regulator temperatury - miarkownik ciągu spalania jako element sterujący - zwiększa wydajność cieplną, zmniejsza zużycie opału.

PIRO TURBO



9-120 kW

Kocioł przystosowany do spalania: brykietu, drewna, zrębka z wierzby energetycznej, pelletu z trocin, węgla i miału. Wysoka sprawność kotła dzięki nowoczesnej konstrukcji i systemu spalania paliw od 85 ÷ 87%.

Czas palenia przy jednorazowym, pełnym uzupełnieniu opału wynosi od 12 ÷ 30 godzin.

Elektroniczny regulator temperatury - element sterujący - zwiększa wydajność cieplną, zmniejsza zużycie opału.

PIRO BIOM



17-120 kW

Kocioł przystosowany do spalania: brykietu z trocin, pelletu z trocin lub torfu, zrębka z wierzby energetycznej, zrębka stolarskiego, trociny, owsa, pelletu z kukurydzy, plew rolnych o nieprzekraczalnej wilgotności do 15% i węgla o granulacji 8-25mm.

Prezycyjne dozowanie paliwa i powietrza, specjalnie ukształtowana głowica rusztu oraz nowoczesna konstrukcja pozwalają osiągnąć sprawność od 85 ÷ 87%. Układ sterowania pozwala na zaprogramowanie pracy kotła w zależności od pory dnia i temperatury zasilania. Możliwe jest również zastosowanie termostatu pokojowego i sterowania pogodowego.

Kocioł występuje w wersjach BIOM Plus i BIOM z palnikiem retortowym.



ПРО КОМПАНІЮ КОТЛЫ PIRO

КОТЛИ PIRO мають: сертифікат енергії і екологічний сертифікат. Котли мають найвищий клас відповідно до норми PN-EN 303-5 CE.

Котли фірми PIRO можуть бути джерелом тепла тільки в системі центрального опалення відкритого типу для будинків, квартир, фабрик та інших громадських будівель, забезпечених відповідно до вимог PN-91 / B-02413, де температура не перевищує 100 °C.

Компанія надає гарантійне та післягарантійне обслуговування.

Міцність виробів PIRO гарантують матеріали найвищої якості. Водяні сорочки виготовлені зі сталі товщиною 6 мм, інші частини з листа товщиною 5 мм. 100 % ізоляція з мінеральної вати і корпус зі сталі глибокої витяжки - це мінімальна втрата тепла. Компанія пропонує гарантію на свою продукцію строком на 5 років.

Котел призначений до спалювання: брикетів, дров, вугілля, коксу і штибу.

Високий ККД котла за рахунок сучасної конструкції і системи спалювання палива до 85%.

Час горіння з одним, повним комплектом палива складає до 12 годин.

Регулятор температури - регулятор тяги спалювання як керуючий елемент - збільшує теплову продуктивність, зменшує витрату палива.

Котел пристосований до спалювання: брикетів, деревени, тріски з енергетичної верби, пелетів з тирси, вугілля і штибу. Висока ефективність котла через сучасну конструкцію і систему спалювання палива від 85 ÷ 87%.

Час горіння з одним, повним комплектом палива виносить від 12 ÷ 30 годин.

Електронний контролер температури - елемент управління - збільшує теплову продуктивність, зменшує витрату палива.

Котел пристосований до спалювання: брикетів з деревної тирси, пелетів з тирси або торфу, щепи з енергетичної верби, теслярської тріски, тирси, овса, пелетів, зерна, сільськогосподарського лушпиння вологістю до 15% і вугілля грануляцією 8-25mm.

Точне дозування палива і повітря, спеціального фасону головка решітки і сучасний дизайн дозволяють досягти ККД 85 ÷ 87%. Система управління дозволяє програмувати котел в залежності від часу доби і температури. Також можливе є використання кімнатного терmostату і погодного управління.

Котел випускається у версіях BIOM Plus і BIOM з ретортним пальником.



O FIRMIE RAKOCZY STAL

Producent nowoczesnych kotłów c.o. na paliwa stałe. Celem firmy jest dostarczenie urządzeń, które zapewniają ich użytkownikom najmniejsze koszty ogrzewania.

Firma może pochwalić się niemal 50 letnim doświadczeniem w produkcji kotłów z materiałów i o konstrukcji gwarantujących trwałość kotłów. W firmie pracuje profesjonalna kadra inżynierów. Stosowane są najnowocześniejsze technologie cięcia, gięcia i spawania korpusów kotłów. Atutem jest bezpłatna pomoc dla użytkowników i rzetelne traktowanie gwarancji.

MULTIMAX



16 - 64 kW

Multimax to kocioł opalany ekogroszkiem, miałem, pelletem i drewnem. Kocioł wyposażony jest w palnik obrotowy z dyszami powietrza wtórnego przeznaczony do spalania opałów sypkich z zasobnika oraz obszerne palenisko z żeliwnym rusztem do spalania drewna kawałkowego. Niezależnie od wyboru paleniska i sposobu podawania paliwa osiąga sprawność 88%. Zaawansowany sterownik sam dobiera odpowiednie parametry spalania oraz siłę nadmuchu, współpracuje z zaworem mieszającym oraz nawet 4 pompami.

MAXDREW



16 - 32 kW

Maxdrew jest stworzony do spalania dużych polan drewna, nawet o długości 60 cm (w zależności od mocy kotła). Pojemna komora załadunkowa i obszerne drzwiczki umożliwiają palenie drewnem bez konieczności jego rozdrabniania, co wydłuża czas pomiędzy załadunkami i zmniejsza koszty zakupu opału. Miarkownik ciągu kominowego reguluje proces spalania. Nowatorska konstrukcja zaworowawczy spowalnia wylot spalin z kotła i tym samym gwarantuje lepszy odzysk ciepła.

POPTER D/ DS



13 - 45 kW

Popter D to kocioł dolnego spalania do opalania węglem. Jako paliwo uzupełniające można zastosować drewno, trocinę lub miał. Popter D jest wyposażony w ruszt wodny, obszerną komorę spalania, duże drzwiczki z możliwością montażu z obu stron oraz niezawodny, mechaniczny przegarniacz rusztu. Zastosowanie dolnego spalania umożliwia łatwe uzupełnianie opału bez ponownego rozpalania, zapewnia długi czas palenia, lepszą kontrolę jego intensywności, wysoką sprawność oraz czyste spaliny. Dostępny jest również w wersji z automatycznym sterowaniem i nadmuchem - Popter DS.

POPTER G/ GS



10 - 48 kW

Kotły Popter G, to kotły uniwersalne górnego spalania, do opalania węglem i drewnem. Jako paliwo uzupełniające (domieszka) można zastosować również koks. Popter G jest wyposażony w ruszt wodny, obszerną komorę spalania, duże drzwiczki z możliwością montażu z prawej lub lewej strony oraz niezawodny, mechaniczny przegarniacz rusztu. Popter G jest także bardzo łatwy w obsłudze i czyszczeniu. Dostępny jest również w wersji z automatycznym sterowaniem i nadmuchem - GS.



ПРО КОМПАНІЮ RAKOCZY STAL

Виробник сучасних котлів центрального опалення на твердому паливі. Метою компанії є створення пристроїв, які забезпечують своїм користувачам найнижчі витрати на опалення. Компанія має майже 50-річний досвід у виробництві котлів за допомогою матеріалів і конструкцій, які гарантують довговічність котлів. У компанії працює професійний штат інженерів. В фірмі використовуються найновіші технології для різання, згинання та зварювання котельних корпусів. Перевагою є безкоштовна допомога користувачам і ретельний підхід до гарантії.

Multimax це котел, в котрому спалюється екогорошок, штиб, пелети та дерево. Котел оснащений пальником з поворотними соплами вторинного повітря, призначений до спалювання сипкого палива з засібника, і великим вогнищем з чавунною решіткою для випалу деревини. Незалежно від вибору вогнища і способу введення палива, досягається ККД 88%. Розширений контролер самостійно вибирає відповідні параметри горіння і міцність подмuhu, працює зі змішувальним клапаном і з навіть 4 насосами.

Maxdrew призначений для спалювання великих колод дерева довжиною навіть до 60 см (в залежності від потужності котла). Простора завантажувальна камера і широкі двері дозволяють спалювати деревину без подрібнення, що збільшує час між завантаженнями і знижує витрати на придбання палива. Регулятор тяги димоходу управляє процесом згорання. Інноваційний дизайн турбулізаторів сповільнює вихід вихлопних газів з котла і, таким чином, забезпечує кращу рекуперацію тепла.

Popter D це котел нижнього горіння для спалювання вугілля. В формі додаткового палива можна використовувати дрова, тирсу або штиб. Popter D оснащений водяною решіткою, великою камерою згорання, великими дверями, котрі можуть бути встановлені на обох сторонах і надійним механічним ворошителем решітки. Використання нижнього горіння дозволяє легко доповнювати паливо без повторного запалювання, забезпечує тривалий час горіння, кращий контроль його інтенсивності, високої ефективності і чистоти вихлопних газів. Він також доступний у версії з автоматичним управлінням і подмухом - Popter DS

Котли Popter G це універсальні котли верхнього горіння для спалювання вугілля та дерева. В формі додаткового палива (домішки) можна використовувати кокс. Popter G оснащений водяною решіткою, великою камерою згорання, великими дверями, котрі можуть бути встановлені на обох сторонах і надійним механічним ворошителем решітки. Popter G також дуже простий в обслуговуванні і очищуванні. Він також доступний у версії з автоматичним управлінням і подмухом - GS.



Remo-Komplex
specjalistyczne techniki spalania

REMO-KOMPLEX
ul. Bratnia 6
43-354 Czaniec

SIEDZIBA FIRMY:
ul. Krakowska 109b
32-650 Kęty

KONTAKT:

PL Tel.: +48 33 810 97 90
Tel.: +48 732 508 020
Tel.: +48 606 111 472

UA Tel.: +38 096 095 74 44

biuro@remo-komplex.pl

www.remo-komplex.com.pl

AUTOMATYCZNE PODAJNIKI paliwa stałego

PL Automatyczne podajniki do kotłów grzewczych przystosowane do spalania paliw stałych o ściśle określonej granulacji.

Podawanie paliwa następuje w sposób systematyczny i regularny ze zbiornika opału na żeliwne palenisko za pośrednictwem stalowego ślimaka wykonanego w całości z 8 mm płaskownika.

Napęd we wszystkich typach naszych podajników stanowią motoreduktory włoskiej firmy TRANSTECNO i niemieckiej NORD, które uznawane są za najlepsze na rynku.

Wszystkie te elementy, jak również wieloletnie doświadczenie i nowoczesny park maszynowy naszej firmy gwarantują wysoką jakość i długą, bezawaryjną pracę naszych urządzeń. Od lat cieszą się one bardzo dobrą opinią i są stosowane w kotłach największych polskich producentów.

АВТОПОДАТЧИКИ твердого палива

UA Автоматичні податчики для нагрівальних котлів пристосовані для спалювання твердого палива з чітко окресленим гранулюванням.

Подавання палива відбувається систематично і регулярно з засібника палива на чавунне вогнище за допомогою гвинта зі сталі, цілком виконаного з плоского стержня товщиною 8 мм.

Привідом всіх типів наших податчиків є моторедуктори італійської компанії TRANSTECNO і німецької NORD, які вважаються кращими на ринку.

Всі ці елементи, а також багаторічний досвід і сучасне обладнання нашої компанії гарантують високу якість і тривалу, безаварійну роботу нашого обладнання.

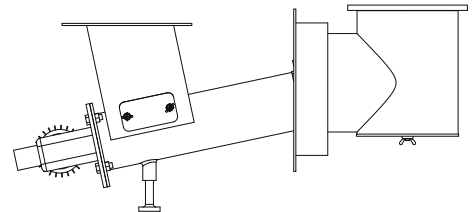
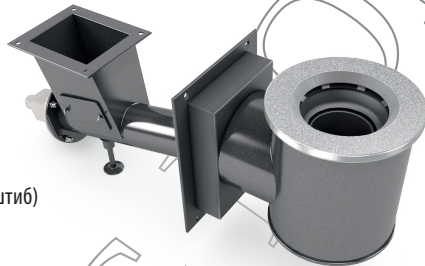
Протягом багатьох років вони користуються дуже хорошою репутацією і використовуються в котлах найбільших польських виробників.

Podajnik skośny typu PSP/SK (13–50 kW)

- paliwa stałe o granulacji 0–30 mm (groszki i miazły)

Живильник типу PSP/SK (13–50 кВт)

- Тверді палива з гранулюванням 0–30 мм (горошок и штиб)

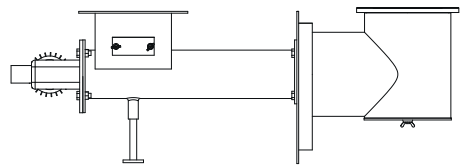
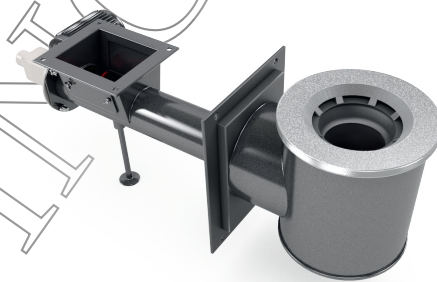


Podajnik prosty typu PSP (10–300 kW)

- spełnia wymagania normy EN 303-5:2012 dotyczące emisji spalin
- paliwa stałe o granulacji 5–30 mm (ekogroszek)

Живильник типу PSP (10–300 кВт)

- відповідає вимогам норми EN 303-5:2012 відносно викидів вихлопних газів
- тверді палива з гранулюванням 5–30 мм (екогорошок)

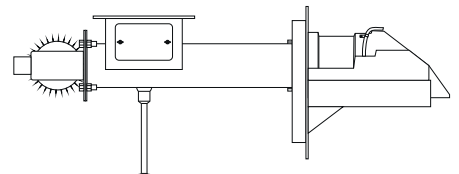
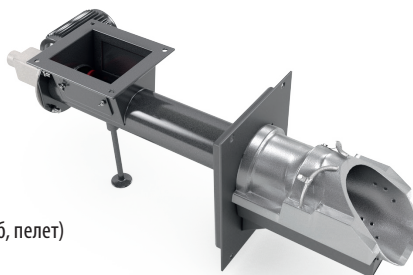


Podajnik rynnowy typu PSP/RU (15–25 kW)

- paliwa stałe o granulacji 0–30 mm (groszki i miazły, pellet)

Живильник типу PSP/RU (15–25 кВт)

- Тверді палива з гранулюванням 0–30 мм (горошок и штиб, пелет)



**O FIRMIE PPHU SIMAR**

Firma SIMAR od ponad 20 lat produkuje kotły grzewcze małej i średniej mocy od 5 – 700 kW. Podstawowe modele stanowią: kotły z automatycznym podajnikiem tłokowym typu KTM, z automatycznym podajnikiem ślimakowym typu EKR oraz zasypowe z nadmuchem typu KW GR Generator. Atutem firmy jest kompleksowa obsługa klienta z dostawą, montażem oraz uruchomieniem i szkoleniem obsługi. SIMAR wychodząc naprzeciw rosnącym wymaganiom rynków stara się udoskonalać i dopasowywać produkty do indywidualnych potrzeb klientów, także poprzez współpracę z jednostkami naukowo-badawczymi.

KOCIOŁ KTM

15-700 kW

Kocioł wodny typu KTM z podajnikiem tłokowym (szufladowym) od 15 do 700 kW. Paliwo stanowią miął i groszek. Zastosowanie: domy, hale produkcyjne, warsztaty, kurniki, gospodarstwa ogrodnicze, szkoły, urzędy itp.

Водяний котел KTM з поршневым податчиком (ящиком) від 15 до 700 кВт. Паливо це штиб и горошок. Застосування: виробничі цехи, майстерні, курники, садівничі господарства, школи, офіси і т.д.

KOCIOŁ ŻUBR

100-700 kW

Kocioł wodny typu ŻUBR z podajnikiem tłokowym (szufladowym) i wyłożeniem ceramicznym od 100 do 700 kW. Paliwo stanowią: miął, groszek i pellet. Zastosowanie: hale produkcyjne, warsztaty, kurniki, gospodarstwa ogrodnicze, szkoły, urzędy itp.

Водяний котел ŻUBR з поршневым податчиком (ящиком) i керамічним облицюванням від 100 до 700 кВт. Паливо це штиб и горошок, брикетів. Застосування: виробничі цехи, майстерні, курники, садівничі господарства, школи, офіси і т.д.

Kocioł EKR

75-700 kW

Kocioł wodny typu EKR z automatycznym podajnikiem retortowym od 75 do 700 kW. Paliwo stanowią: miął, groszek i pellet. Zastosowanie: hale produkcyjne, warsztaty, kurniki, gospodarstwa ogrodnicze, szkoły, urzędy itp.

Водяний котел типу EKR з автоматичним ретортним податчиком від 75 до 700 кВт. Паливо це штиб и горошок, брикетів. Застосування: будинки, виробничі цехи, майстерні, курники, садівничі господарства, школи, офіси і т.д.

Kocioł EKR

12/50 kW

Kocioł wodny typu EKR z automatycznym podajnikiem retortowym od 12 do 50 kW. Paliwo stanowią: miął, groszek i pellet. Zastosowanie: domy, hale produkcyjne, warsztaty, gospodarstwa ogrodnicze, szkoły, urzędy itp.

Водяний котел типу EKR з автоматичним ретортним податчиком від 12 до 50 кВт. Паливо це штиб и горошок, брикетів. Застосування: виробничі цехи, майстерні, курники, садівничі господарства, школи, офіси і т.д.

NAWĘGLANIE

Układy automatycznego nawęglania stosowany z kotłami KTM oraz Żubr.

Системи автоматичного науглецьовування i використані з котлами KTM i ŻUBR.



G I G

LABORATORIUM ENERGETYKI PROCESOWEJ

ISBN 978-83-65503-03-9