

Ing. Pavel Sedláček, RNDr. Ing. Josef Valeš, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, a.s., Most

Peter Fečko, Vladimír Čablík, VŠB – TU Ostrava

Výroba směsných pelet z hnědé uhlí a biomasy

Herstellung der Mischpellet aus der Braunkohle und der Biomasse

Eine der Möglichkeiten, wie die Entwicklung der erneuerbaren Energiequellen zu sichern, ist der Anbau geeigneter Biomasse-Arten und nach der Aufbereitung (Trocknung, Zerkleinerung) diese Biomasse in eine Pelletierungsmischung zugeben und Kohlepellet mit der Zugabe von Biomasse und des Entschwefelungsadditivs herzustellen. Mit der Einarbeitung eines geeigneten Entschwefelungsadditivs in die Kohlemischung und mit deren Verformung in die Pelletform mit geeigneten Abmessungen gewinnt man einen neuen Typ des additvierten Braunkohlenbrennstoffes, der unter optimalen Bedingungen mit der Entstehung niedrigerer Schadstoffmenge, insbesondere SO_2 , verbrannt werden kann.

Ein weiterer Bestandteil des durch das Pelletierungsverfahren vorbereiteten Brennstoffes kann ein bestimmter Anteil des Materials des Pflanzenursprungs sein. In den zurückliegenden Jahren wurden Kohlepellet aus Moster Kohle mit der Zugabe zerkleinerter Holzmasse, des Holzabfalls einer geeigneten Korngröße (auf Basis von Säge- und Hobelspänen) und weiter mit der Zugabe des Senfstrohes vorbereitet. Die praktischen Versuche der Pelletherstellung mit verschiedenen Biomassenarten wiesen nach, dass Verwendung der Biomasse real ist und dass diese Pellet einen neuen Typ des ökologischen Brennstoffs im Vergleich mit der Verbrennung der sauberen Kohle, darstellen.

Production of mixture pellets from brown coal and biomass

One of the possibilities to secure the development of enforcement of recoverable energy sources in the Czech Republic is growing suitable kinds of biomass and, after processing (drying, fining), their

adding into a pelletization mixture in order to produce coal pellets enriched with biomass and a desulphurizing additive. In the past years, the possibilities to pelletize brown coal with an admixture of additive, if need be, biomass, were verified. By adding a suitable desulphurizing additive into coal mass and its metamorphosis into the shape of pellets having suitable dimensions, it is possible to get a new type of an additived brown-coal fuel, which optimally can be combusted in special combustion facilities with the production of a smaller volume of injurants, especially SO_2 .

A certain share of material having a floral origin, thus biomass, may be next component of the fuel prepared by pelletization technology. In the past years, coal pellets from Most coal with an addition of defibered wooden mass, wooden waste having an adequate degree of granularity (based on sawdust with an admixture of wood-shavings) and also with an admixture of mustard straw were prepared. Tests aimed at the practical verification of pellets production with various kinds of biomass proved the real possibility to use biomass as a component of coal pellets and such pellets represent a new type of ecological fuel in comparison with the combustion of pure coal.

Производство пеллет смешанных из бурого угля и биомассы

Одной из возможностей, как обеспечить развитие использования возобновительных источников энергии в Чешской Республике является выращивание подходящих сортов биомассы и после приспособления (засушения, уменьшения объема) можно данную биомассу прибавлять в пелетизационные смеси и подготавливать угольные пеллеты с добавкой биомассы и обессеривающего адитивного средства. В прошлых годах были проверены возможности пелетизации бурого угля с прибавкой

получается новый тип адитированного буроугольного топлива, которое возможно при оптимальных условиях сжигать в определенных оборудованных при выделении меньшего объема вредных веществ, особенно SO_2 .

Дальнейшим компонентом топлива, подготавливаемого технологией пелетизации, может быть определенная доля материала растительного происхождения, значит биомассы. В прошлых годах угольные пелеты изготавливались из мостецкого бурого угля с добавкой дефибрированной древесной массы, с древесными отходами подходящего гранулометрического состава (на базе опилок с примесью стружек), а дальше с примесью горчиной соломки. Испытания практической проверки производства пелет с различными сортами биомассы доказали, что применение биомассы в качестве составной части угольных пелет является реальным и что такие пелеты представляют собой новый тип экологического топлива в сравнении с сжиганием чистого угля.

Výroba směsných pelet z hnědé uhlí a biomasy

Jednou z možností, jak zajistit rozvoj uplatňování obnovitelných zdrojů energie

v ČR, je pěstování vhodných druhů biomasy a po úpravě (usušení, zdrobnění) je možno tuto biomasu přidávat do peletizační směsi a vyrábět uhelné pelety s přidavkem biomasy a odsiřovacího aditiva. V minulých letech byly ověřovány možnosti peletizace hnědé uhlí s přidavkem aditiva a případně s přidavkem biomasy. Zpracováním vhodného odsiřovacího aditiva do uhelné směsi a jejím přetvořením do tvaru pelet vhodných rozměrů se získá nový typ aditivovaného hnědouhelného paliva, které je možno za optimálních podmínek spalovat v určitých spalovacích zařízeních za produkce menšího množství škodlivin, zvláště SO_2 .

Další složkou paliva připravovaného technologií peletizace může být určitý podíl materiálu rostlinného původu, tedy biomasa. V minulých letech byly připravovány uhelné pelety z mosteckého uhlí s přidavkem rozvlákněné dřevní hmoty, s dřevním odpadem vhodné zrnitosti (na bázi pilin s příměsí hoblin) a dále s příměsí hořčičné slámy. Zkoušky praktického ověření výroby pelet s různými druhy biomasy prokázaly, že použití biomasy jako součásti uhelných pelet je reálné a takové pelety představují nový typ ekologického paliva ve srovnání se spalováním čistého uhlí.

Úvod

Při ověření možnosti výroby směsných ekologických pelet na bázi hnědé uhlí a biomasy byla prvořadým důvodem snaha o využití přirozeně vzniklých kvalitních jemnozrnných frakcí, které se v průběhu času stávají neodbyitelné. Jedná se zejména o finální druh mosteckého hnědé uhlí hruboprach 1 (zrnitost 0-10 mm), ale i o hrubší druh, ořech 2 (zrnitost 10-20 mm).

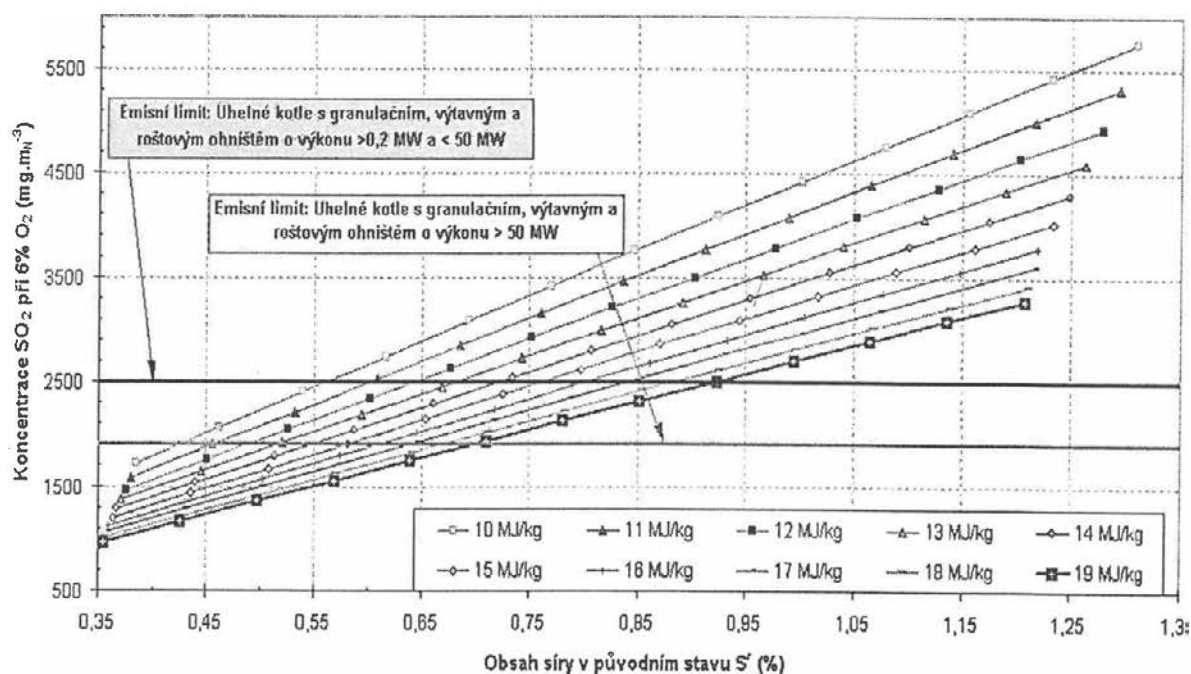
Dalším cílem ověření možnosti výroby tohoto nového produktu je dodržení emisních limitů stanovených vyhláškou MŽP 117/97 Sb. tak, aby splňoval legislativní ekologické požadavky. Nízkopopelnaté vysokovýhřevné druhy uhlí těžené na dole Československá armáda, které jsou vhodné jako vsázkové uhlí pro výrobu pelet, vykazují od 1,2 do 2,0 % obsah síry původní (S^d). Spalováním paliva s tímto obsahem síry na neekologizovaných spotřebičích jsou dosahovány plynné emise SO_2 ve spalínách ve výši 3500 – 5000 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Selektivní těžba uhlí s nižším obsahem síry v podmínkách dolu Československá armáda není reálná. Jediným řešením, jak snížit plynné emise SO_2 ve spalínách, je volba vhodné aditivace pelet při jejich výrobě.

Přídavek biomasy pak ještě více sníží množství obsahu síry v peletách a současně zlepší bilanci CO_2 . Dále bylo ověřeno, že při výrobě pelet z relativně jemných podílů přidaná odsiřovací přísada působí mnohem účinněji na snížení emisí oxidů síry při spalování pelet než při spalování uhlých zrn ořechu 2 (velikost zrn 10 až 20 mm) obalených podobným množstvím odsiřovací přísady.

Emisní limity

Snahou producentů hnědého uhlí je taková jeho technologická úprava, aby během následného spalování u odběratele byly dodrženy emisní limity. To v praxi představuje upravit před expedicí uhlí přídavkem vhodných látek (aditiv), které při procesu spalování vážou část vznikajících oxidů síry. Spalování hnědouhlých pelet se předpokládá na malých a středních zdrojích znečištění. Pro malé zdroje nejsou stanoveny žádné emisní limity. Pokud by však došlo k rozšíření emisních limitů i na malé zdroje, hnědouhlé pelety by splňovaly tyto limity a byly by tak ekologickým palivem pro tato zařízení.

Na obr. 1 je patrný teoretický výpočet emisí SO_2 pro MHU. Přesto, že pro menší zdroje v oblasti malospotřeby není emisní limit stanoven, dopad snížení emisní zátěže při velkém počtu těchto zdrojů, je zřejmý a nezanedbatelný.



Obr. 1 Teoretický výpočet emisí SO_2 pro MHU

Biomasa

Rostliny, které se pěstují pro jiné účely než získání potravin a krmiv, jsou nazývány technické plodiny. Pro technické plodiny, které se pěstují za účelem získání energie, se vžil název energetické plodiny. Při současné nadprodukci potravin a výrazné

potřebě ekologizace průmyslu a zemědělské výroby významně vzrostla úloha technických a energetických plodin.

Výsledným produktem energetických plodin jsou biopaliva (fytopaliva), která mohou být tuhá (řezanka, balíky, brikety, pelety atd.), tekutá (rostlinné oleje, bionafta, bioetanol) nebo i plynná (bioplyn). Z hlediska energetické bilance představují tuhá fytopaliva nejvyšší energetickou účinnost využití biomasy, což znamená, že energetické vstupy do produkce a zpracování biomasy jsou podstatně nižší, než je obsah disponibilní energie ve výsledné produkci.

Jako technické a energetické rostliny se mohou využívat jak tradiční zemědělské plodiny (většinou jednoletky), tak i netradiční rostliny (všeobecně nezemědělské druhy). Jednoleté energetické rostliny jsou z větší části kulturními rostlinami, které je možné rovněž využívat pro fytoenergetické účely. Existují však i nekulturní (plevelné) druhy jednoletých rostlin, které produkují velké množství biomasy a proto jsou perspektivní pro fytoenergetické využití (např. lebeda, merlík atd.).

Běžně dostupným a pravděpodobně perspektivním materiálem vhodným pro spalování je obilná sláma. Zástupcem značně perspektivních energetických plodin je dle výsledků výše uvedené studie krmný šťovík (víceletá rostlina s vysokými výnosy) s nízkými náklady na produkci.

V rámci zkoušek lisování pelet s příměsí biomasy byly připraveny vzorky pelet hořčičné slámy o obsahu 10 až 20 % a krmného šťovíku. Použitá biomasa byla mleta na zrnitost pod 2 mm (stejná zrnitost jako v případě uhelné složky) z důvodu lepší homogenizace materiálu.

Aditivum

Poslední komponentou přidávanou do peletizační směsi je aditivační činidlo. Aditivním činidlem byl zvolen $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tj. hydroxid vápenatý. Hydroxid vápenatý je zdrojem Ca^{2+} kationtu, který posiluje vazební síly pelet a současně příznivě ovlivňuje formování připravené peletizační směsi. Jeho působením se směs stává plastičtější a je schopna lepšího formování v peletizačním lisu. Obsah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ přidávaný do základní peletizační směsi byl stanoven s ohledem na obsah S^d ve vsázkové uhelné hmotě tak, aby při spalovacím procesu byly vytvořeny „optimální předpoklady“ pro vznik CaSO_4 vázaného v popelovině.

Lisování pelet

Drobně podrcený a homogenizovaný produkt přichází vrchem do lisovacího prostoru a vytváří na matici materiálový koberec. Otáčející se drtící kola mají za úkol materiál nacházející se na matici zjemnit a vtlačit do kanálků matrice. Drtící kola jsou volně otáčivá, namontovaná na pevné ose ve středu kolové hlavy, takže drtící kola v počtu dvou kusů tvoří s uložením a připevněním jeden celek. Drtící kolová hlava je upevněna na královské hřídeli a otáčí se nad maticí. Odstup mezi drtícími koly a maticí je říditelný a lehce měnitelný pomocí kloboukové matky.

Vlastní průběh lisování sestává z převálcování vstupního materiálu na matici drtícími koly, čímž dochází k předhutnění a následně je materiál tlačěn do lisovacích kanálků matrice. Tyto kanálky jsou tvarovány tak, že lisovaný materiál je znovu hutněn

a z matrice je pak vytlačován cylindrický provaz slisovaného materiálu, který je pomocí řezacího zařízení lámán na požadované délky. Lis má zařízení umožňující změny rychlosti otáček královské hřídele. Chod lisu je zajišťován motorem s frekvenčním měničem. Celé zařízení, tj. lis, pohon a elektrovybavení pak tvoří jeden kompletní celek. Zařízení může vyrábět pelety o průměru 2-15 mm.

Stanovení receptury a výroba pelet pro spalovací zkoušku

Z provedených zkoušek byla k ověření vlastností pelet při spalování vybrána receptura o celkové vlhkosti směsi 37 % a s následujícím poměrem jednotlivých složek v sušině:

Uhlí o zrnitosti 0 až 2 mm 100 dílů

Biomasa o zrnitosti 0 až 2 mm 10 dílů

Vápenný hydrát 6 dílů

Spalovací zkoušky s připravenými peletami byly provedeny ve Výzkumném energetickém centru Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava na automatickém teplovodním kotli Ling 25.

Pro spalovací zkoušky bylo připraveno osm vzorků hnědouhelných pelet. Palivo bylo dodáno v igelitových pytlích. Receptury pro výrobu pelet jsou uvedeny v tab. 1. Výsledky analýzy charakteristických parametrů paliv jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 1 Receptury pro výrobu pelet

Označení	Druh uhlí	Uhlí díly	Váp. hydrát díly	Sláma obilná díly	Krmný šťovík díly
Pelety 1	Hruboprach	100	6	0	0
Pelety 2	Hruboprach	100	6	10	0
Pelety 3	Hruboprach	100	6	0	10
Pelety 4	Ořech 2	100	6	0	0
Pelety 5	Ořech 2	100	6	10	0
Pelety 6	Ořech 2	100	6	0	10

Tab. 2 Základní technologický rozbor pelet

Označení	W_t^r [%]	A^r [%]	A^d [%]	Q_s^d [MJ/kg]	Q_s^{daf} [MJ/kg]	Q_i^r [MJ/kg]	Q_i^d [MJ/kg]	Q_i^{daf} [MJ/kg]	S^d [%]	H^{daf} [%]
Pelety 1	18,85	12,4	15,29	25,97	30,66	19,78	24,96	29,46	1,52	5,5
Pelety 2	21,67	12,14	15,50	24,97	29,56	18,16	23,87	28,25	1,54	6,0
Pelety 3	18,07	11,65	14,22	25,37	29,57	19,47	24,32	28,35	1,39	5,6
Pelety 4	19,21	9,32	11,54	27,93	31,57	21,19	26,82	30,32	1,05	5,7
Pelety 5	15,69	9,40	11,15	27,09	30,49	21,48	25,94	29,19	1,03	6,0
Pelety 6	16,27	1,78	2,13	27,21	27,80	21,45	26,10	26,67	0,92	5,2

Spalovací zkoušky byly provedeny na automatickém teplovodním kotli Ling 25 při spalování výše uvedených vzorků paliv. Spalovací zkoušky byly provedeny při jmenovitém výkonu. Byla měřena koncentrace CO, SO₂, NO_x, CO₂, O₂ a dehtu. Dále byla měřena teplota spalin za kotlem, v tryskách, nad retortou a ve spečenci. Naměřené hodnoty SO₂ jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3

Naměřené hodnoty SO₂

Palivo	Hodnota SO ₂ [mg.m ⁻³]
Pelety 1	2867
Pelety 2	2387
Pelety 3	2446
Pelety 4	1544
Pelety 5	1736
Pelety 6	1482

Závěr

Cílem úkolu bylo ověřit, zda je možno vhodně zvolenou kombinací uhlí a biomasy s přidáním aditivačního činidla vyrobit nový typ paliva, který by mohl být spalován na uhelných kotlích, aniž by byly překročeny emisní limity stanovené platnou legislativou. Pro tyto účely bylo použito vysokosirné uhlí z oblasti dolu ČSA, dále biomasa pěstovaná na rekultivovaných plochách a vápenný hydrát jako aditivační činidlo. Bylo nalisováno celkem šest vzorků pelet, při různých poměrech jednotlivých složek. Tyto pelety byly spáleny v kotli o jmenovitém výkonu 25 kW a z výsledků je patrné, že takto vyrobené pelety by mohly být novým palivem, které by mohlo vyhovovat emisním limitům.

Práce vznikla za finanční podpory GAČR, č. grantu 105/02/1229.

Literatura

1. Fečko, P., Sedláček, P., Valeš, J., Čablík, V.: Verification of ground rough dross suitability for production of pellets: 6th Conference on Environment and Mineral Processing, part II, s.797-802, ISBN 80-248-0072-1
2. Fečko, P., Sedláček, P., Valeš, J.: Vliv zrnitosti při výrobě hnědouhelných pelet, Sborník.: ODPADY 2002, s.222-226, ISBN 80-968214-2-3
3. Sedláček, P., Valeš, J., Fečko, P., Čablík, V.: Ověření vhodnosti mletého hruboprachu pro výrobu pelet, Sborník.: Recyklace odpadu VI, Košice, 10.-11.10.2002, s.185-196 ISBN 80-248-0165-5
4. Chudek, M., Hycnar, J., Janiczek, S., Plewa, F.: Wegiel brunatny – untylizacja surowców towarzyszących i odpadów elektrownianych, Wydawnictwo politechniki Śląskiej, Gliwice 1999
5. Licznarski, E.: Brykietowanie wegli, Wydawnictwo „Ślask“, Katowice 1970