

БРИКЕТИРАНЕ НА КАФЯВИ ВЪГЛИЩА СЪС СВЪРЗВАЩИ ВЕЩЕСТВА

Ирена Григорова, Иван Нишков, Маргарита Василева, Александър Тасев

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, irena_mt@abv.bg, iniskov@gmail.com

РЕЗЮМЕ. В доклада са представени проведените изследвания по брикетиране на кафяви въглища от Бобовдолския басейн със свързващи вещества. Извършени са зърнометрични, химични и рентгеноструктурни анализи на въглищната проба. Проведени са комплекс от изследвания, позволяващи да се определят адхезионните способности и влиянието на свързващите вещества върху повишаване качествените характеристики на брикетите. Намерени са технологични възможности за по-ефективно уедряване на въглищен ситнеж чрез прилагане методът на брикетиране.

BROWN COAL BRIQUETTING WITH BINDING AGENTS

Irena Grigorova, Ivan Nishkov, Margarita Vassileva, Aleksandar Tasev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, irena_mt@abv.bg, iniskov@gmail.com

ABSTRACT. This paper presents the study on briquetting of brown coals from the Bobov Dol coal basin with binding agents. Granulometric, chemical and X-ray diffraction analyses of the representative coal sample has been performed. The complex research was performed. The adhesive capacity and the positive influence of the binding agents on the improvement of the quality characteristics of the briquettes were determined. The technological means for more effective utilization of fine-grained coal by briquetting were founded.

Въведение

При добив, транспорт, съхранение и технологична преработка на въглища, от 20 до 80% от техния първоначален обем се превръща в ситнеж с различни размери на късовете. В резултат на това, на всеки три тона въглища, един тон не се използва пълноценно и замърсява околната среда с фини частици въглищен прах, който при продължително съхранение е взривоопасен (Grigorova et al., 2006).

Производството на висококачествени брикети е един от икономически целесъобразните методи за оползотворяване на въглищния ситнеж. Брикетирането е технологичен процес на уедряване, който се извършва по различни методи, в зависимост от изходния състав на въглищата, физико-механичните и физико-химичните им свойства, като за всеки вид въглища съществуват оптимални технологични режими и параметри за провеждане на процеса (Zhalgassuly et al., 2001).

Брикетиране на въглища със свързващи вещества се препоръчва за въглища със среден и висок ранг. Поради напредналата степен на въглефикация, тези въглища се отличават с плътна структура, по-голяма якост, повишена твърдост и еластичност (Върбанов, 1973). При прилагане на налягане върху тях, те оказват значително съпротивление. Действието на свързващите вещества се обуславя от ненаситените повърхностни сили, поради което от важно значение са характерът на повърхността на въглищните зърна и свойствата на свързващото вещество.

Определящите фактори при технологията за брикетиране на въглища с напреднала степен на въглефикация са свързващото вещество, което се влага в процеса, зърнометричният състав на въглищата, състоянието на въглищните повърхности, влажността на материала и др. Свързващото вещество се избира в зависимост от въглищата, подлежащи на брикетиране. В световната практика приложение намират различни вещества в качеството им на свързващи, като предимство се отдава на отпадни, но ефективни и безопасни вещества (Григорова, 2004).

Едно от най-перспективните направления при брикетирането на въглищни ситнежи е свързано със синтезирането на слепващи вещества със специално модифицирани свойства, подходящи за конкретния обект, подлежащ на уедряване.

Цел на настоящия доклад е представяне на извършените изследвания за установяване възможностите на проучваните свързващи вещества при брикетиране на кафяви въглища и оценка на качествените показатели на произведените брикети.

Материал и методика

Подготовка и характеристика на изходната проба въглища за брикетиране

Получаването на брикети в лабораторни условия е извършено с кафяви въглища от Бобовдолския въглищен басейн. За определяне на минералните примеси,

присъстващи във въглищата за брикетиране е проведен дифрактометричен рентгеноструктурен анализ с помощта на дифрактометър ДРОН УМ 1 ($\text{CuK}\alpha$ лъчение, Ni филтър). Анализът е извършен в лабораторията по фазови методи и рентгеноструктурен анализ при МГУ "Св. Иван Рилски".

Характеристиката на материала по зърнометричен състав е определена чрез ситов анализ. В таблица 1 са показани осреднени физико-химични показатели на кафяви въглища от Бобовдолския басейн (Вучева, 2007). Резултатите от ситовия анализ на пробата са посочени в таблица 2.

Таблица 1.

Физико-химична характеристика на въглищата

Показатели	
Влага работна, W^f , %	14,5
Пепел на сухо гориво, A^d , %	34,3
Летливи вещества на горима маса V , %	49,3
Обща сяра на сухо гориво, S^d , %	2,2

Таблица 2.

Зърнометричен състав на въглищната проба

Класа, mm	Добив			d_{op} , mm
	Частен, %	Сумарен, %		
		"+"	"-"	
+ 2.5	0.73	0.73	100	2.6
- 2.5 + 1.6	29.47	30.2	99.27	2.05
- 1.6 + 0.8	41.40	71.6	69.8	1.2
- 0.8 + 0.4	17.30	88.9	28.4	0.6
- 0.4 + 0.25	5.70	94.6	11.1	0.32
- 0.25 + 0.09	3.70	98.3	5.4	0.17
- 0.09	1.70	100	1.70	0.04
Общо	100	-	-	1.25

От таблица 2 се вижда, че с най-голям добив е класата 1.6+0.8 mm., (41.40%), а с най-малък +2.5 mm. (0.73%). Средният размер на въглищните късове е 1.25 mm.

При разработката на технологиите за брикетиране на въглища с посочените свързващи вещества са използвани методики, позволяващи да се определят основните режимни параметри на процеса. Чрез лабораторни изследвания са установени оптималните условия за подготовка на брикетируемата маса.

Изследвани са четири вида свързващи вещества: SV-1 и SV-2 – поливинилалкохолни адхезиви и SV-3 и SV-4 – поливинилацетатни дисперсии. Влиянието им върху якостните показатели на брикетите е проследено при разходи от 2 до 4%. Изпитването на брикетите за определяне якостта им на натиск се провежда съгласно БДС 8716-88, 4 часа след тяхното получаване. Механичната якост на натиск на брикетите е изследвана и след престой от 24 часа, 5 и 10 дни. Определени са водопоглъщаемост и водоустойчивост на брикетите.

На брикетиране са подлагани въглища класа 0-2.5 mm с влажност 8%, обемно тегло 0.84 g/cm³ и насипна плътност в стръскано състояние 0.96 g/cm³. Подготовката на

въглищата за пресоване се осъществява при добавяне на изследвания вид свързващо вещество в течен вид, без подгръване на шихтата. Равномерното му разпределение между частиците на въглищата се извършва посредством интензивно разбъркване. Изследването по брикетиране е осъществено с лабораторен тип преса, която формира брикета при едностранно подаване на налягането във вертикална посока. Получените брикети са формирани при налягане от 30 МРа.

Кратки геоложки бележки

Бобовдолският въглищен басейн се разполага в Югозападна България, между градовете Радомир, Дупница и Кюстендил. Подложката на басейна е изградена от протерозойски висококристалини скали, палеозойски диорити, диабази и гранити и мезозойски седименти. Въгленосните палеогенски наслаги са поделени на 5 задруги: конгломератно-пясъчникова, битумолитна, пъстра подвъглищна, въгленосна ("продуктивен хоризонт") и задруга на тънкослойните аргилити и глинести мергели ("надвъглищен хоризонт") (Загорчев и др., 1994). Въгленосната задруга е с дебелина около 100 m и е съставена от пясъчници, пясъчливи глинени, аргилити и въглищни пластове с променлива дебелина и сложен строеж. Въглищните пластове са 7 до 8 на брой, като в посока отдолу нагоре носят названията съответно Поднадежда, Надежда, Двойният (поделен на Поморавия и Константин), Гребикал, IV, V и VI (Кортенски, 2002; Кортенски, Здравков, 2008). Дебелината на въглищните пластове варира от 1.2 до 3.8 m, като за горните два пласта достига до 10 – 12 m.

Въглищата са черни до чернокафяви на цвят, в някои случаи със сивкав оттенък, имат ивичеста текстура и тъмнокафява черта. Въглищата са изградени предимно от литотипите кларен и витрен, като в малки количества е застъпен и литотипът фюзен (Zdravkov, Kortenski, 2004). Данните от микроскопските изследвания, провеждани от различни автори показват, че въглищата са съставени от мацерали от групите на хуминита, липтинита и инертинита, като в количествено отношение рязко преобладават мацералите от хуминитовата група, докато тези от останалите две групи са застъпени в подчинено до незначително количество (Вълчева, 1985; Василев и др., 1991; Vassilev et al., 1994; Йосифова, 1995; Zdravkov, Kortenski, 2004; Кортенски и др., 2006). Съдържанието на минерални примеси в отделните въглищни пластове варира значително. Минералните примеси във въглищата са представени главно от кварц, глинести минерали, пирит, карбонати, фелдшпати и др. (Пешева, 1962; Василев и др., 1991; Vassilev et al., 1994; Василев и др., 1995).

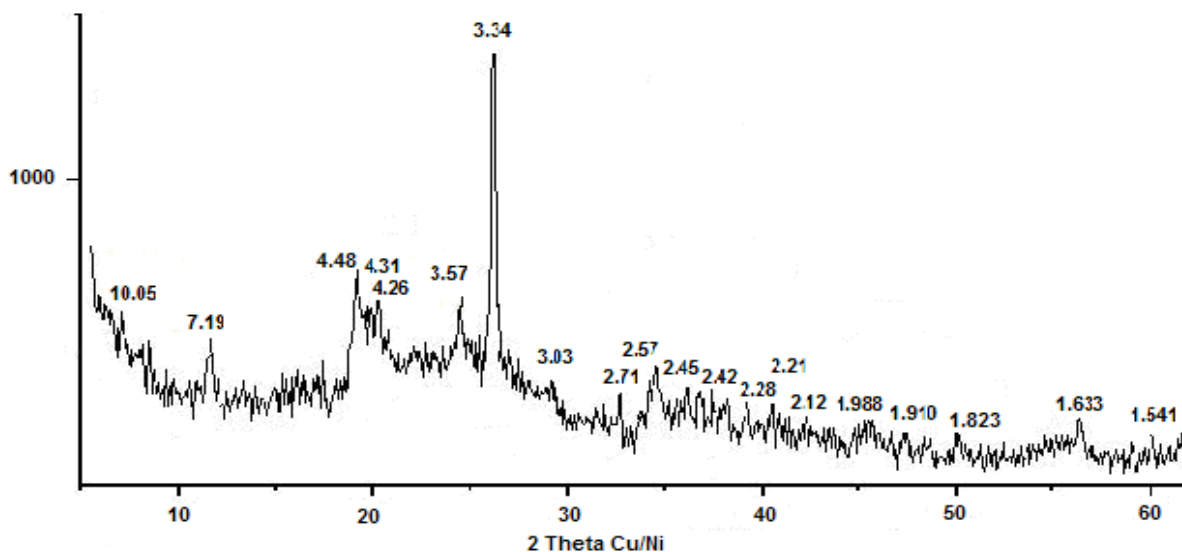
Съгласно промишлената класификация по БДС, използвана в страната ни, бобовдолските въглища са кафяви, клас блестящи, степен (стадий) О₃ (Вълчева, 1985; Кортенски, 2002; Кортенски, Здравков, 2008). Кортенски и др. (2006) изучават въглищата от Пернишката въглищна провинция, с оглед прилагане на Международната класификация на въглищата в пласта и Международната кодификационна система за въглища. Същите автори изследват въглища от три въглищни пласта в Бобовдолския басейн (Двоен, Надежда и IV) и ги определят като ивичести, предимно хумусни въглища от нисък ранг А –

суббитуминозни, с ниско до средно качество. Класификацията по Международната класификация на въглищата в пласта се извършва на базата на 3 основни характеристики – топлина на изгаряне, определена на суха безпепелна маса, петрографски състав (органичен фазиес) и качество на въглищата (количество минерални примеси, неорганичен фазиес). Според Кортенски и др. (2006) въглищата от изследваните три въглищни пласта в Бобовдолския басейн, показват топлина на изгаряне 28.5 – 28.79 MJ/kg, съответстваща на въглища от нисък ранг А (суббитуминозни) с преход към такива от среден ранг D (парабитуминозни), но поради ниските стойности на отражението на хуминита (0.35 – 0.4 %), въглищата са от нисък ранг А.

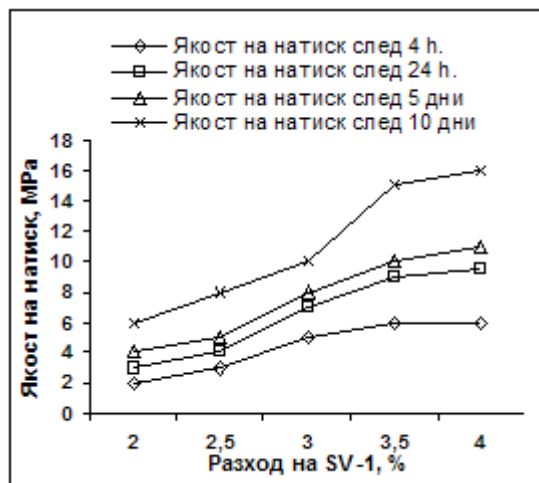
Резултати и изводи

Резултатите от проведения рентгеноструктурен анализ показват, че минералните примеси в изследваната въглищна проба са представени главно от кварц, глинести минерали (каолинит и илит), пирит и незначително по количество калцит (Фиг. 1.).

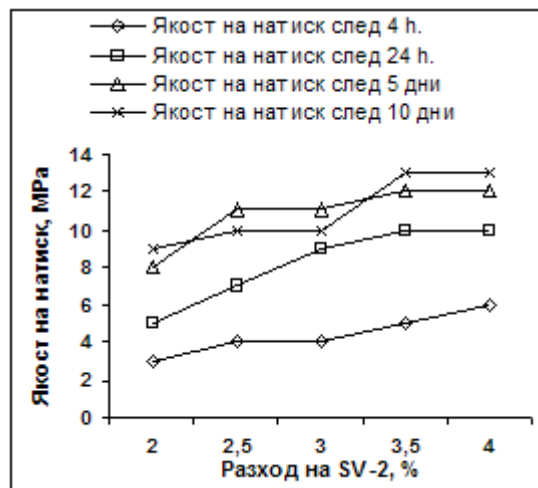
Получените зависимости между процентния разход на свързващите вещества и якостта на натиск на брикетите са показани на фигури 2, 3, 4 и 5.



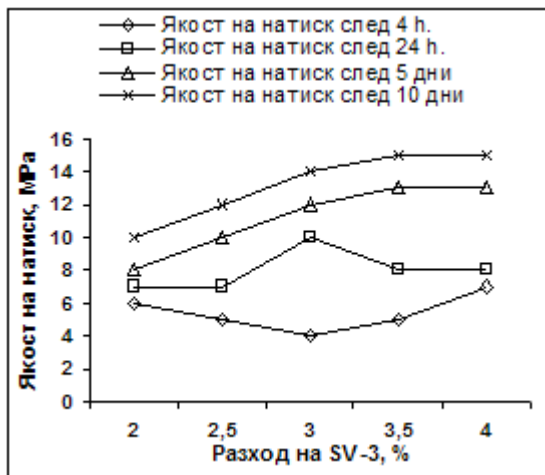
Фиг. 1. Дифрактограма на въглища от Бобовдолския басейн.



Фиг. 2. Зависимост между разхода на свързващо вещество SV-1 и якостта на натиск на брикетите



Фиг. 3. Зависимост между разхода на свързващо вещество SV-2 и якостта на натиск на брикетите



Фиг. 4. Зависимост между разхода на свързващо вещество SV-3 и якостта на натиск на брикетите

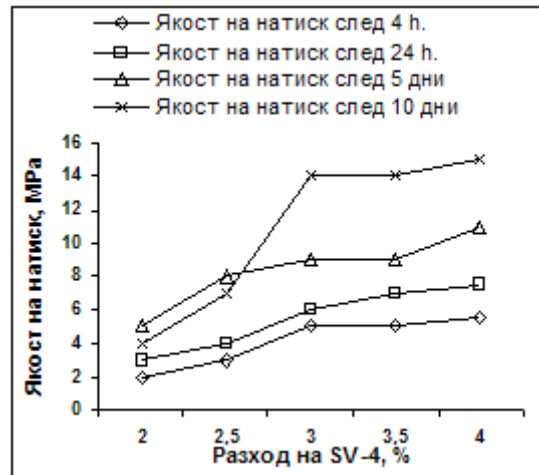
Получените в лабораторни условия резултати при брикетиране на кафяви въглища от Бобовдолския басейн с изследваните вещества показват, че оптималният разход на свързващи вещества SV-1 и SV-2 е 3.5%, а за свързващи вещества SV-3 и SV-4 е 3%. Якостта на натиск на произведените брикети, при посочените оптимални разходи с изследваните вещества, след 4 часов престой варира между 5-6 МПа (при изискване от страна на БДС 8716-88 не по-малко 7.35 МПа). След 24 часов престой, якостта на натиск се повишава в границите 6-10 МПа, след 5 дневен престой механичната якост на брикетите нараства в интервала 9-12 МПа, а след 10 дни достига 13-15 МПа (Фиг. 2, 3, 4 и 5).

Като най-подходящи за брикетиране са установени веществата: SV-1 от групата на поливинилалкохолите и SV-3 от групата на поливинилацетатните адхезиви. Брикетите, произведени с посочените свързващи вещества, при оптималните им варианти за влагане в процеса, се характеризират с гланцова повърхност, не ронливост, атмосферо-, водоустойчивост и ниска водопоглъщаемост.

Здравината на връзката между свързващото вещество и въглищните повърхности е значително по-голяма от тази между веществото и глинестите минерални повърхности. Поради различията в микрорелефа на частичките, образуващите се тънки течни филми от веществата върху тях, най-често са несиметрични.

Главна особеност на тънките течни филми е тази, че в тях действа т.нар. разклинящо налягане, което може да бъде положително или отрицателно (Върбанов и др., 1976). При адсорбция на изследваните свързващи вещества върху повърхностите на глинестите минерали е възможно разклинящото налягане да действа в положителна посока, стремейки се да удебели тънкия филм, като раздалечава повърхнините, които го образуват. Така в брикета се създават по-слаби зони, в които няма добър контакт между адхезива и адсорбента.

Относително ниската якост на натиск на брикетите след 4 часов престой, вероятно се дължи на съдържанието на



Фиг. 5. Зависимост между разхода на свързващо вещество SV-4 и якостта на натиск на брикетите

нежелани компоненти в шихтата за брикетиране, доказани чрез рентгеноструктурния анализ на въглищата (предимно глинестите минерали каолинит и илит). Тъй като глинестите минерали имат различно поведение и структура от тези на въглищата в хода на процеса брикетиране, омокрянето на повърхността на въглищните и на глинестите частици от веществата също е различно.

Едно от изискванията към свързващите вещества, прилагани за брикетиране, е те да бъдат пластични в момента на пресоване и при подготовка на шихтата, но бързо да се втвърдяват при съхранение на готовите брикети. Фигури 2, 3, 4 и 5 показват, че с нарастване времето на престой на брикетите, якостта им се увеличава, което се дължи на пълното втвърдяване на веществата във вътрешността на брикета. Лабораторните резултати отразяват добрите свързващи свойства на SV-1 и SV-3, изразени чрез повишаване механичните показатели на получените брикети след 24 часов престой (Фиг. 2 и Фиг. 4), отговарящи на БДС 8716-88.

Изводи

Проведените изследвания по брикетиране на кафяви въглища от Бобовдолския въглищен басейн със изследваните свързващи вещества дадоха възможност да се определят редица положителни ефекти в различни насоки на технологичния процес.

Получени са зависимости между разходите на изследваните вещества и якостта на натиск на брикетите. Прилагането на свързващи вещества SV-1 и SV-3 при ниски разходни норми, дава възможност за повишаване качествените показатели на брикетите, нарастване на водоустойчивостта и намаляване степента на водопоглъщане.

В резултат прилагане на свързващите вещества при брикетиране, получените крайни продукти - брикети отговарят на съответните стандарти по качество след 24 часов престой.

Литература

- Български Държавен Стандарт 8716-88. 1988. Твърди горива. А13. С.
- Василев, С., М. Йосифова, С. Вълчева. 1991. Минералогическо петрографска характеристика на отпадъците от обогатяването на бобовдолските въглища – база за комплексна оценка с цел оползотворяването им. – *Минно дело*, 2, 16-19.
- Василев, С., М. Йосифова, С. Вълчева. 1995. Петрографски, минерален и химичен състав на въглища и отпадни продукти от Централна обогатителна фабрика „Бобов дол“. II. Минерален и химичен състав. - *Год. СУ, Геол. – геогр. фак.*, 87, 1 – геол., 103-123.
- Вълчева, С. П. 1985. Петрология и геохимия на въглищните басейни и находища в България. Петроложка характеристика на въглища от Бобовдолския басейн. – *Год. СУ, Геол. – геогр. фак.*, т. 79, св. 1 – геол., 55-70.
- Върбанов, Р., Д. Николов, И. Нишков. 1976. Относно възможностите за брикетирание, предлагани от теорията на тънките течни филми. – *Въглища*, 2, 29-31.
- Върбанов, Р. 1973. *Брикетирание и агломерация на полезни изкопаеми*. С.
- Вучева, Р. 2007. *Ръководство за упражнения по подготовка на минерални суровини и горива за промишлено и битово използване*. Изд. къща „Св. Иван Рилски“, МГУ „Св. Иван Рилски“, С., 76 с.
- Григорова, И. 2004. Брикетирание на кафяви въглища със свързващо вещество талов пек. – *Год. МГУ*, т. 47, св. 1, 67-70.
- Загорчев, И., Р. Маринова, Д. Чунев, П. Чумаченко, И. Сапунов, С. Янев. 1994. *Обяснителна записка към геоложката карта на България М 1: 100000. Картен лист Перник, С.*, 92 с
- Йосифова, М., С. Вълчева, С. Василев. 1995. Петрографски, минерален и химичен състав на въглища и отпадни продукти от Централна обогатителна фабрика „Бобов дол“. I. Петрографски състав. - *Год. СУ, Геол. – геогр. фак.*, 87, 1 – геол., 85-101.
- Кортенски, Й. 2002. *Въглищна геология и органична петрология*. Изд. къща „Св. Иван Рилски“, МГУ „Св. Иван Рилски“, С., 225 с.
- Кортенски, Й., А. Здравков, Д. Пиналова. 2006. Прилагане на Международната класификация на въглища в пласта и Международната кодификационна система за въглищата от Пернишката провинция. – *Год. МГУ*, 49, 1, 41-46.
- Кортенски, Й. А. Здравков. 2008. Присъствие и разпределение на пепелообразуващи елементи във въглища от Бобовдолския басейн, България. - *Год. МГУ*, 51, 1, 34-40.
- Пешева, П. 1962. Петрографска характеристика на въглищата от Бобовдолския басейн във връзка с определяне на склонността им към самозапалване. – *Год. МГИ*, 8, 547-558.
- Grigорова, I., I. Nishkov, P. Tsvetanov, L. Kuzev. 2006. Utilization of technological scraps in briquetting of brown coals. *XXIII International Mineral Processing Congress. Mineral & Coal Processing Section*. Turkey. 1123-1128.
- Zdravkov, A., J. Kortenski. 2004. Petrology and depositional environment of the coal from Bobov Dol basin, Bulgaria. – *Ann. Univ. Min. Geol. "St. Ivan Rilski"*, 47, 1, 101-108.
- Zhalgassuly N., M. Toktamysov, V. Galits, B. Mukushev, Z. Ergusaev. 2001. Productivity of Brown Coal for Briquette Production. *17-th International Mining Congress and Exhibition of Turkey*, 757-758.

Препоръчана за публикуване от катедра „Обогатяване и рециклиране на суровини“, МТФ