

## ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ежегодное количество органических отходов по разным отраслям народного хозяйства России составляет более 390 млн т. Эффективная утилизация переработанной твердой биомассы обеспечивается созданием искусственных структурированных комплексов – блоков, брикетов, гранул для последующего сжигания в бытовых или промышленных топочных устройствах.

Новый способ получения брикетов основан на экспериментально установленном, неизвестном ранее явлении миграции в толще брикета сложных флюидных систем, и включает подготовку брикетируемой массы смешиванием измельченной соломы со связующим тонкодисперсным материалом, вводимых в сухом виде; брикетирование массы и последующую температурную обработку при 120-150 °С.

Разработан состав нового брикета, с интенсификатором горения и образования воздушных каналов для поддержания горения в объеме.

The annual quantity of organic waste in different industrial sectors of the Russian Federation is estimates at more then 390 mln t. Effective recycling of the solid biomass waste is achieved by creation of artificial structured agglomerations – blocks, briquettes and pellets for subsequent burning in household or industrial burning installations.

A new method of brick production is based on the previously unknown and now experimentally proved effect of complex fluid systems migration within the briquette and includes preparation of the briquetting mass by mixing finely milled straw with dry fine binding materials, the resulting mass briquetting and heat processing at 120-150 °С.

Composition of the new brick fuel was developed with introduction of a burning intensifier which also forms air channels to support burning inside the briquette. This was achieved by selection of a special brick intensifier.

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к использованию в различных отраслях экономики нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Движущей силой этого процесса являются происходящие изменения в энергетической политике стран со структурной перестройкой топливно-энергетического комплекса на энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии как в промышленности, так и в жилищно-гражданском комплексе. Современные проблемы энергетики могут быть решены только при рациональном использовании всех существующих на Земле и в околоземном пространстве источников топлива и энергии. Среди них биомасса как постоянно возобновляемый

источник топлива занимает существенное место.

Ежегодное количество органических отходов в разных отраслях народного хозяйства России составляет более 390 млн т. Сельскохозяйственное производство дает 250 млн т, из них 150 млн т приходится на животноводство и птицеводство, 100 млн т – на растениеводство (все приведенные значения даются на абсолютно сухое вещество).

Наиболее изученной и коммерчески развитой технологией термохимической переработки биомассы является прямое сжигание первичных отходов (солома, ботва, опилки, щепа и т.д.). Теплотворная способность сжигания 1 т сухого вещества соломы эквивалентна 415 кг сырой нефти. По этому

**Характеристики соломы в сравнении с углем и природным газом**

Характеристика	Желтая солома	Серая солома	Уголь	Газ
Влажность, %	15	15	12	0,0
Состав топлива, %:				
Зола	4	3	12	0,0
Углерод	42	43	59	75
Кислород	37	38	7,3	0,9
Водород	5,0	5,2	3,5	24
Хлор	0,75	0,20	0,08	–
Азот	0,35	0,41	1,0	0,9
Сера	0,16	0,13	0,8	0,0
Летучие компоненты	70	73	25	100
Теплота сгорания, МДж/кг:				
Фактическая	14,4	15	25	48
Сухое сырье без золы	18,2	18,7	32	48
Температура золы, °С:				
Начало деформации	950	1100	1175	–
Размягчение	1050	1150	1225	–
Жидкоплавленное состояние	1150	1250	1275	–

*Примечание.* Термины «желтая солома» или «серая» указывают на степень увядания и на качество соломы. В процессе увядания цвет соломы изменяется от желтого до сероватого.

показателю растительные отходы полеводства приближаются к дровам – 14,6-15,9 МДж/кг.

Солому достаточно сложно использовать в виде сырья для прямого сжигания, это связано с ее неоднородностью, относительно высокой влажностью, малым объемным энергосодержанием, достаточно низкой температурой плавления золы и повышенным содержанием хлора. В таблице приведены типичные характеристики соломы в сравнении с характеристиками угля и природного газа.

Эффективная утилизация переработанной твердой биомассы обеспечивается созданием искусственных структурированных комплексов – блоков, брикетов, гранул для последующего сжигания в бытовых или промышленных топочных устройствах, а также в установках для получения тепловой энергии.

При утилизации соломы необходима подготовка по влажности и фракционному составу. В состав сырьевой смеси для придания брикетам направленно-заданных свойств могут вводиться специально подготовленные горючие компоненты, отвечающие следующим требованиям: пропорции компонентов должны обеспечить заданные прочность и влагостойчивость, а также экономичность производства; смесь должна обладать хорошей формуемостью.

Наиболее подготовленными к производству и апробированными в промышленных условиях для получения топливных брикетов из отходов твердой растительной биомассы (соломы) в качестве связующих компонентов являются материалы: цемент, бентонитовый глинопорошок, известковая мука (пушенка), гипс, лигносульфонат натрия, синтетический воск, глина, парафин, обезвоженный активный ил и др.

Новый способ получения брикетов основан на экспериментально установленном, неизвестном ранее явлении миграции в толще брикета сложных флюидных систем, и включает подготовку брикетируемой массы смешиванием измельченной соломы со связующим тонкодисперсным материалом, вводимым в сухом виде; брикетирование массы и последующую температурную обработку при температуре 120-150 °С.

Брикет изготавливался следующим образом (рис.1): для основного слоя готовится масса, в состав которой входят измельченная солома (размер частиц – 3 мм) и связующее. Масса перемешивается в винтовом смесителе и поступает в экструдер, где дополнительно перемешивается и загружается в пресс-форму в заданном количестве.

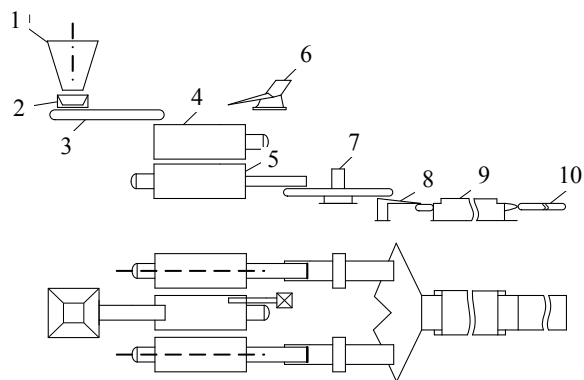


Рис. 1. Единичный брикетный модуль  
1 – бункер для сырья; 2 – вибросито В-21;  
3 – транспортер; 4 – винтовой смеситель;  
5 – экструзионный пресс ЭУТБ-4; 6 – дозатор 294 ПТ;  
7 – автомат для резки брикетов ПЛПК 04;  
8 – виброраскладчик; 9 – сушилка ЛС 1,0-12НК-02;  
10 – конвейер

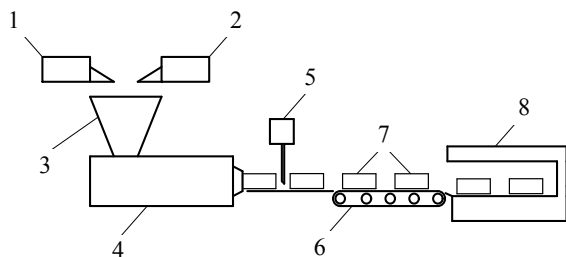


Рис. 2. Лабораторная модульная установка  
1 – питатель сырья; 2 – дозатор связующего;  
3 – бункер для шихты; 4 – экструдер; 5 – электронож;  
6 – транспортер; 7 – брикетное биотопливо;  
8 – сушилка ЛС 1,0-12НК-02 с брикетами

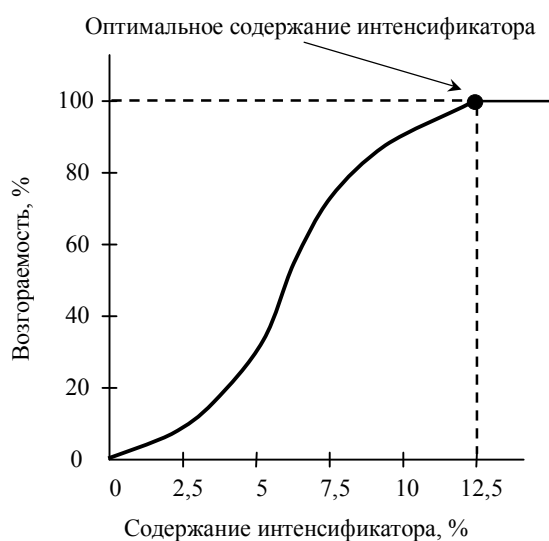


Рис. 3. График зависимости возгорания от содержания интенсификатора

Компоненты массы зажигательного слоя измельчаются до 0,1 мм, перемешиваются со связующим (в барабане и экструдере) и также загружаются в пресс-форму в заданном количестве. После этого прессуется брикет. Затем брикет сушится при температуре 105-115 °С в течение 2 ч, когда используется полиизопреновое связующее, и в течение 1 ч при использовании модифицированного каучука. Брикет при использовании в качестве связующего модифицированной эпоксидной смолы можно сушить в естественных условиях при комнатной температуре. Соотношение зажигательный – основной слой в брикете 1:5. Масса прессуется при давлении 150 кг/см<sup>2</sup>. Брикет имеет форму перфорированного цилиндра. Размеры могут меняться. Обычно диаметр брикета 65-80 мм, высота 70-90 мм.

Готовые брикеты из измельченной соломы обладают следующими качественными и количественными показателями: влажность 1,0-3,0 %; теплота сгорания рабочего топлива соответствует показателям используемой соломы; содержание серы в соломе различных культур колеблется от 0,10 до 0,77 %; эмиссия CO<sub>2</sub> в атмосферу при сжигании топливных брикетов соответствует потреблению CO<sub>2</sub> из атмосферы в процессе роста злаковых культур.

При введении в состав смеси отработанных масел или нефтяного кека теплота сгорания рабочего топлива увеличивается до 18900 кДж/кг.

Повышение эффективности сжигания достигается применением запальных – легковоспламеняющихся топливных брикетов, включающих зажигательный слой, содержащий гексаметиленetetраамин (25-50 %), нитрат калия (5-20 %) и горючую массу рядовых брикетов со связующим термопластичным полиизопреном или эпоксидной смолой, модифицированной введением низкомолекулярного жидкого бутадиенового каучука с карбоксильными группами.

В настоящее время разрабатывается и проверяется в лабораторных условиях состав, соединяющий в себе свойства запального и рядового брикета. Опыты проводятся на созданной лабораторной модульной ус-

тановке для брикетирования с использованием экструдера для формования брикетов и пеллет (рис.2), которая послужила основой для исследования свойств брикетов в зависимости от их вещественного состава.

Разработан состав нового брикета с интенсификатором горения и образования воздушных каналов для поддержания горения в объеме (рис.3).

Интенсификатор отличается следующими свойствами:

- сцепления гранул горючего вещества;
- экологической чистотой горения;
- низкой стоимостью;
- способностью воспламенения при низких температурах (спичка) и поддержания горения в объеме основной массы горючего вещества.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Ю.В.Шувалов*