

6. Касимов Р.Г. Прочность и деформативность бетона при трехосном сжатии: Дис. ... канд. техн. наук. – М.: НИИЖБ, 1976. – 180 с.
7. Неделин А.В. Напряженное состояние пластинки из дилатирующего материала, ослабленного отверстием / А.В.Неделин, А.А.Трещев // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001. – №8. – С.16-20.
8. Баландин П.П. К вопросу о гипотезах прочности / П.П.Баландин // Вестник инженеров и техников. – 1937. - № 1. – С. 19 – 24.
9. Мурашев В.И. Трещиноустойчивость, жесткость и прочность железобетона / В.И.Мурашев – М.: Машстройиздат, 1950. – 218 с.

УДК622.7: 622

## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М.,  
Лесун Б.В.**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*Рассмотрены возможные варианты использования местных видов топлива (фрезерного торфа и топливных брикетов) при производстве пористых строительных материалов на основе аглопорита. Приведены основные технические данные этих компонентов, которые входят в состав сырьевой смеси. Показаны основные возможные направления использования местных видов топлива и топливных брикетов на тепловых электростанциях.*

В настоящее время в мировом масштабе вклад торфа в производство и использование энергии незначителен, и составляет примерно одну тысячную от энергии, потребляемой в мире, но в отдельных странах на его долю приходится от 10 до 20 % (Финляндия, Швеция, Ирландия). В качестве местного коммунально-бытового топлива используется фрезерный торф, кусковой торф и топливные брикеты. Потребителями топливного торфа являются тепловые электростанции, котельные, коммунально-бытовые потребители печного топлива, торфобрикетные заводы, поселковые котельные поселков торфопредприятий.

Анализ потребления торфяного топлива в Республике Беларусь показывает, что наибольшим спросом пользуется торфяной брикет. Так, по статистическим данным, в балансе использования торфа в энергетических целях в стране доля топлива, отпущенного населению, составляет 55,3 %, из них 65,9 % – брикеты. Полностью обеспечивая потребности внутреннего рынка, предприятия торфяной отрасли осуществляют поставку торфобрикетов на экспорт (Литва, Латвия, Эстония, Польша, Словакия, Швеция, Финляндия и другие).

Местные виды топлива являются одним из основных составляющих для производства топливных брикетов. Имеющиеся топливные ресурсы не могут поддерживать существующие объемы добычи сырья. Поэтому из-за

сложных ситуаций в потреблении топливно-энергетических ресурсов в последние годы все более остро возникает необходимость совершенствования технологических процессов обогащения сырья, внедрения новых, менее энергоемких технологий, оптимального и экономного использования энергоресурсов и оборудования.

В последние годы торфяное топливо (брикеты, кусковой торф) использовались в основном для целей отопления населением и коммунально-бытовыми организациями.

Мировой опыт использования торфа, широкая распространенность его в Беларуси доказывают необходимость повышения эффективности и объемов использования этого природного сырья в энергетике.

В соответствии с Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 №3, “Экономия и бережливость – главные факты экономической безопасности государства” была разработана и утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь №94 от 23.01.2008. Концепцией энергетической безопасности предусматривается увеличение добычи торфа до 4.4 млн. т.

Следует отметить, что Министерство энергетики РБ с целью использования топливных брикетов в “большой энергетике” провела реконструкцию Жодинской ТЭЦ с установкой парового котла производительностью 60 тонн пара в час, использующего в качестве топлива, измельченные топливные брикеты. Годовая потребность в брикетах составит более 120 тыс. т, или 10 % от годового объема производства.

Фрезерный торф должен соответствовать СТБ 017–2006, топливные брикеты ТУ РБ 02999284.311–2000. Основные контролируемые параметры фрезерного торфа: влажность (не более 50 %); зольность (не более 23 %); насыпная плотность при условной массовой доле влаги 40 % (не менее 250 кг/м<sup>3</sup>).

Основные контролируемые параметры топливных брикетов марки БТ-7: влажность (не более 20 %); зольность (не более 23 %); механическая прочность (не менее 94 %).

Согласно Государственной программе «Торф» на период до 2020 г. в Беларуси предусмотрен рост объемов потребления торфа на энергетические цели, намечено повысить производительность и снизить энергоемкость производства топливных брикетов.

Необходимо отметить, что в Беларуси геологическими изысканиями выявлены угленосные отложения различного возраста. Однако, из-за их маломощности промышленная добыча угля пока не организована. Торф, по сравнению, с бурым углем - наиболее молодой вид ископаемого минерального топлива, залежи его формируются в современную эпоху. Почти 12,5 % территории Беларуси покрыто торфяниками.

Анализ теплотехнических характеристик торфа позволяет допустить использование торфа как технологического топлива при производстве аглопорита и керамического кирпича (табл. 1).

Таблица 1. Средний состав торфа, теплота сгорания при его различной влажности

W <sub>p</sub>	Состав рабочей массы, %						Теплота сгорания O <sub>рп</sub> , ккал/кг
	C <sub>p</sub>	H <sub>p</sub>	S <sub>p</sub>	O <sub>p</sub>	N <sub>p</sub>	A <sub>p</sub>	
10	46,3	4,8	0,2	26,8	2,0	9,9	4130
20	41,1	4,3	0,2	23,8	1,8	8,8	3610
30	36,0	3,8	0,2	20,8	1,5	7,7	3080
40	30,9	3,2	0,2	17,8	1,3	6,6	2560
50	25,7	2,7	0,1	14,9	1,1	5,5	2030
60	20,5	2,1	0,1	11,9	1,0	4,4	1500

Например, теплота сгорания горючей массы торфа колеблется от 3500 до 3700 ккал/кг, т.е. в сравнительно незначительных пределах. Теплота сгорания рабочей массы торфа колеблется в широких пределах в зависимости от влажности массы и её зольности.

При производстве аглопорита на Минском заводе строительных материалов используется сырье месторождения «Фанипольское» желтовато-серого цвета, местами светлосерого, рыхлое, комковатое. Оно характеризуется равномерной микроструктурой. Глинистое вещество его имеет полиминеральный состав и представляет собой неоднородную смесь гидрослюда и каолита. Сырье месторождения «Фанипольское» относится к группе сырья со средним содержанием включений, по размеру включений к группе с крупными, мелкими и средними включениями: по виду включений – к группе с включениями железистых и кварцевых минералов, по содержанию тонкодисперсных фракций – к группе грубодисперсного глинистого сырья, по пластичности – к группе непластичного глинистого сырья, по огнеупорности – к группе тугоплавкого сырья.

Химический состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское» представлен в табл. 2.

Число пластичности сырья от 0 до 12. Огнеупорность 1400-1460 °С. Карьерная влажность 18-23 %.

Зерновой состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское» представлен в табл.3.

Таблица 2. Химический состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское»

Содержание оксидов, %								
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ППП	Na <sub>2</sub> O K <sub>2</sub> O	Сумма
78,03	8,57	0,48	2,16	2,80	1,0	3,70	1,11 2,25	99,87
80,05	8,92	0,34	2,44	1,40	0,7	2,44	1,04 2,41	99,94

Таблица 3. Зерновой состав глинистого сырья месторождения «Фанипольское»

Содержание фракций, %					
Размер частиц, мм					
более 0,25	0,23-0,01	менее 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	менее 0,001
1,23	73,22	25,55	8,00	8,45	9,10
1,20	63,85	32,95	9,63	11,50	11,80

Лабораторно-технологические и полупромышленные исследования проводились с использованием низинного и верхового торфа. Выбор низинного торфа объясняется в основном опытом производства брикетов торфяных для коммунально-бытовых нужд. Измельченные до 8 мм брикеты представляют также интерес для производства алопорита вместо антрацита, бурого и каменного угля, т.к. обладают достаточной теплотворной способностью. Фрезерный торф как сырье для брикетирования характеризуется нормируемыми показателями: степенью разложения залежи, фракционным составом и теплотой сгорания. На современном технологическом оборудовании брикетных заводов представляется возможным брикетировать фрезерный торф всех типов. Наиболее же эффективно перерабатывать торф средней и повышенной степени разложения. Предел зольности фрезерного торфа для брикетирования установлен с учетом того, что зола является балластным компонентом, снижающим теплоту сгорания топлива. Для торфобрикетных предприятий норма предельной зольности фрезерного торфа устанавливается в зависимости от естественной зольности залежи по данным паспортизации, но не более 23%. Наиболее успешно перерабатывается в брикеты фрезерный торф равномерного фракционного состава, состоящий из части размером до 8 мм. Из такого торфа получается сушенка с минимальной влагоразмерностью по фракциям, что обеспечивает по-

лучение наиболее прочных брикетов. Измельчение способствует повышению плотности и влагоустойчивости.

Одним из основных требований к фрезерному торфу как сырью для брикетирования является постоянство показателей его качества. В табл. 4 приведены средние значения показателей степени разложения R, зольности A, влажности W, кислотности солевой вытяжки рН и теплоты сгорания Q<sup>r</sup> горючей массы для низинного торфа по группам.

Таблица 4. Технические свойства низинных торфов используемых для производства аглопорита

Показатели	Средние значения показателей		
	древесная	травяная	моховая
R, %	45	29	21
A, %	9,6	6,7	6,5
W, %	87	91	92
рН	5,3	3,0	4,9
Q <sup>r</sup> , кДж/кг	23,20	23,36	22,69

В табл. 5 приведены средние значения полной влагоемкости торфов.

Таблица 5 - Полная влагоемкость низинных торфов, кг/кг

Показатели	По группам		
	древесная	травяная	моховая
Средняя полная влагоемкость, кг/кг	8,5	12,5	11,4

Показатели элементного и группового химического составов органической массы низинного торфа представлены в табл. 6. Групповые компоненты и элементный состав представлены в табл.7.

Основные технологические параметры производства аглопорита разрабатывались применительно к агломерационной машине СМ-961. Так, высота спекаемого слоя составляла 300 мм, разрежение при зажигании – 60 мм вод. ст., при спекании – 200 мм вод. ст., выгрузка спека осуществлялась в основном через 45 мин.

При частичной замене угля «АШ» торфом оптимальный ввод его в шихту составляет 50 % всего топлива, при этом по дробленому, в основном с учетом теплотворной способности, плотности и грансостава, увеличение расхода составляет в 1,5, по фрезерному – в 2 раза по сравнению с углем «АШ».

Таблица 6 - Показатели элементного и группового химического составов органической массы низинного торфа, %

Показатели	Средние значения по группам		
	древесная	травяная	моховая
Элементный состав			
C	58,4	57,8	36,7
H	5,7	5,9	3,7
N	2,7	2,7	2,2
S	0,7	0,4	0,6
O	32,5	33,2	34,8
Групповой состав			
Б	3,7	4,4	3,9
ЛГ	20,9	26,4	29,3
РВ	9,1	14,8	17,1
ГК	41,6	38,9	36,1
ФК	17,4	14,3	16,5
Ц	1,5	2,4	4,0
Л	13,9	12,7	9,2

Условные обозначения: С – углерод, H – водород, N – азот, S – сера, O – кислород, Б – битумы, РВ и ЛГ – водорастворимые и легкогидролизные вещества, РВ – редуцирующие вещества, ГК – гуминовые кислоты, ФК – фульвокислоты, Ц – целлюлоза, Л – лигнин.

Таблица 7. Групповые компоненты и элементный состав, % на органическое вещество

Битумы	Легко гидролизуемые вещества	Гуминовые вещества	Трудногидролизуемые вещества	Негидролизуемый остаток	C	H	N	S+O
3,9	37,7	25,2	8,9	28,5	52,1	6,3	4,3	36,8

Оптимальная влажность шихты зависит от влагоемкости торфа при применении дробленой массы брикетов влажность увеличивается по сравнению с шихтой общепринятой (суглинок – возврат - уголь «АШ») практически незначительно, при применении же фрезерного торфа увеличивается до 20 %.

Верхний предел крупности гранул торфа 3-10 мм, наличие мелочи менее 1 мм нежелательно (увеличивается выход возврата, уменьшается

вертикальная скорость спекания шихты).

Для стабилизации процесса спекания шихты с частичной заменой угля «АШ» торфом необходимо обеспечить дополнительный нагрев поверхности зажигаемого слоя шихты в сравнении с шихтой общепринятой (суглинок-возврат-уголь «АШ»).

На основные качественные характеристики аглопорита при частичной замене угля «АШ» торфом решающее влияние оказывает режим зажигания шихты.

Результаты заводских испытаний с использованием сырьевой смеси фрезерного торфа и дробленных топливных брикетов показали, что прочность и плотность аглопорита и керамического кирпича соответствуют республиканским стандартам.

УДК622.7: 622

### **ВОЗМОЖНОСТЬ РАСШИРЕНИЯ ИНТЕРВАЛА ПРИГОДНОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**Березовский Н.И., Воронова Н.П., Костюкевич Е.К., Грибкова С.М., Лесун Б.В.**

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*Представлены комплексные малоотходная технология добычи и переработки нерудных строительных материалов, где вскрышная порода при добыче силикатного песка может использоваться в технологии получения некоторых пористых строительных материалов на основе аглопорита и керамического кирпича, метод определения теплофизических характеристик различных материалов.*

Большое количество отходов и потерь на горно-перерабатывающих предприятиях обуславливает необходимость решения проблемы: рационального использования минеральных ресурсов.

Аглопоритовый щебень и песок – искусственные пористые материалы, полученные дроблением спеков, образующихся в результате термической обработки гранулированных шихт из алюмосиликатных и силикатных материалов природного происхождения или отходов промышленности методом агломерации. Применяют их в качестве заполнителя при изготовлении конструкционно-теплоизоляционных и конструкционных легких бетонов, а также в качестве утепляющих засыпок.

Структурно-механические свойства сырьевых материалов определяют соответствующие методы их подготовки к термической обработке. Основная технологическая операция при производстве аглопорита это спекание шихты на решетке агломерационной машины непрерывного действия, где теплота сгорания топлива должна быть выше 4000 ккал/кг. Спеканию подвергаются малопластичные глинистые породы, которые при обжиге не вспучиваются. Некоторые вскрышные породы горных предпри-