

*А.Н. Баранов, А.О. Каменский, А.С. Яньюшкин\**

### **БРИКЕТИРОВАНИЕ ФТОРИСТЫХ СОЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИХ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ**

*В статье приведены исследования по брикетированию фтористого алюминия. Установлены режимы брикетирования и рекомендованы связующие, позволяющие снизить нагрузку на применяемое оборудование. Результаты могут быть использованы в производстве алюминия на Братском алюминиевом заводе.*

**Ключевые слова:** брикетирование, фтористый алюминий, прочность, влажность, связующее, окись кальция.

Фтористые соли – один из неотъемлемых компонентов, который используется при производстве (электролизе) алюминия. Основным недостатком этих солей (криолит, фтористый алюминий, фтористый кальций) является очень мелкая фракция, что приводит к образованию большого количества газов (таких, как фтористый водород) и пыли. Даже небольшое количество влаги в криолите при загрузке в ванну электролизера приводит к выделению потоков фтористого водорода. Этот факт неблагоприятно сказывается не только на условиях труда электролизников, но и на экологической обстановке на территории завода и вне него [1, 2].

Один из способов уменьшения количества выделяющихся газов заключается в укрупнении фракции фтористых солей или в окусковании [3]. Использование брикетов, спрессованных из солей, приводит к значительному улучшению условий труда и практически прекратит вредные выбросы из ванны электролизера при загрузке в нее фтористых соединений. При подборе оптимальных характеристик

брикетов (размера, состава, формы) можно получить легко транспортируемые, не слеживающиеся и быстро растворяющиеся в электролите фтористые соли, которые при попадании в ванну тут же тонут, не выделяя фтористый водород. В данной работе нами выполнены исследования по брикетированию фтористого алюминия и криолита с различными добавками.

Брикеты изготавливались при давлении прессования 100 МПа. Испытания на прочность проводились через сутки. Результаты исследования представлены в таблицах 1, 2 и на рис. 1. После проведения экспериментов в шихте раздавленных брикетов была определена оставшаяся влага. В этих же пробах влага определялась через неделю. **Определение зависимости прочности брикетов из одного фтористого алюминия от удельного давления прессования.**

По предыдущему опыту была определена оптимальная влажность шихты – 10 %. Такое количество воды способствует созданию брикета с ровными краями и достаточной прочностью.

\* - автор, с которым следует вести переписку.

Таблица 1

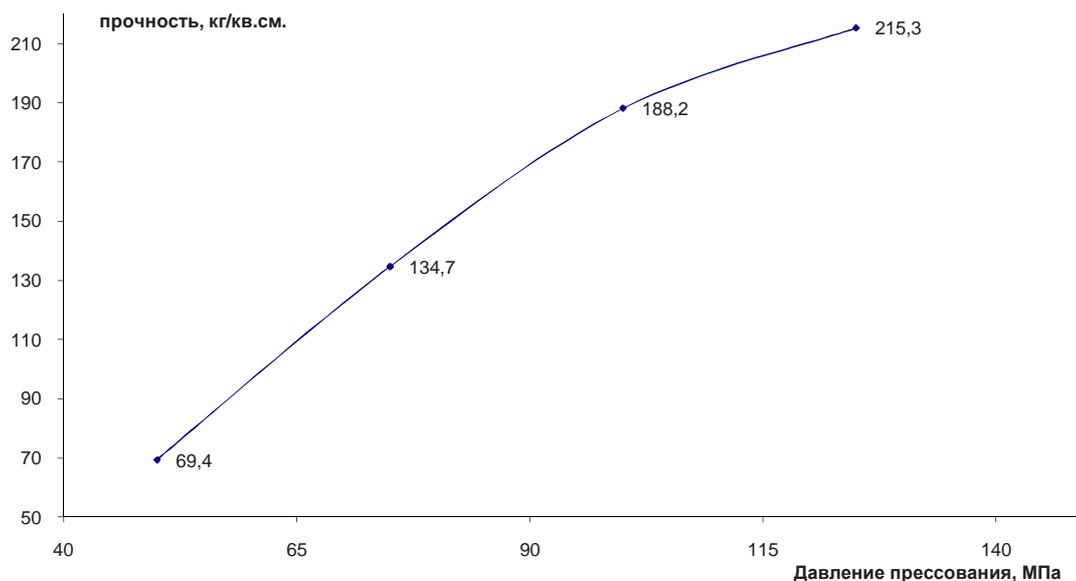
*Зависимость прочности брикетов из фтористого алюминия от содержания влаги*

% влаги	Усилие раздавливания, кг/бр	Среднее значение кг/бр	$(\sigma_{сж})$ кг/см <sup>2</sup>	Ост. влага, %	
				через сутки	7 дней
0	530,0	530	55,2		
5	940	940	97,9		
7	960	980	102,1	2,26	1,32
7	1000				
10	1000	1010	105,2	2,80	1,41
10	1020				
15	1500	1310	136,5	4,64	1,61
15	1120				
20	1580	1490	155,2	6,10	1,79
20	1400				

Таблица 2

*Зависимость прочности брикетов 10 % влажности из фтористого алюминия от давления прессования (выдержка – 1сутки)*

$P_{пресс}$ , МПа	Сопротивление раздавливанию, кг/брикет	Среднее знач., кг/бр	$\sigma_{сж}$ , кг/см <sup>2</sup>
25	160	186	19,4
25	180		
25	220		
50	460	546,6	56,93
50	580		
50	600		
75	900	853,3	88,9
75	720		
75	840		
100	1100	1206,6	125,9
100	1240		
100	1280		



**Рис. 1. Зависимость прочности брикетов из фтористого алюминия от давления прессования.**

Поисковый опыт по определению прочности брикетов, состоящих из смеси фтористого алюминия, окиси кальция и воды при удельном давлении 100 МПа:  $AlF_3$  – 18 г,  $CaO$  – 2 г,  $H_2O$  – 5 г.

После выдержки брикетов на воздухе в течение шести дней и испытаний на раздавливание остаточная влага составляла – 0,67 %.

Прочность на раздавливание составляла:

- общее разрушающее усилие на торцевую плоскость брикета: 1500 кг.;
- удельное сопротивление сжатию: 156 кгс/см<sup>2</sup>.

Брикеты изготавливались из шихты с содержанием 1,5 г  $CaO$  и различным содержании влаги при давлении 100 МПа. Испытания проводились после выдержки брикетов на воздухе в течение суток, после проведения экспериментов в шихте раздавленных брикетов была определена оставшаяся влага. Результаты исследований сведены в таблицу 3.

**Определение зависимости прочности брикетов от времени выдержки на воздухе после изготовления.**

Данные сведены в таблицу 4 и проиллюстрированы на рис. 4. Брикеты изготавливались из фтористого алюминия с добавкой  $CaO$  и влаги.

Таблица 3

*Зависимость прочности брикетов от содержания влаги (выдержка на воздухе – 1 сутки)*

$\frac{m_{ф.ал.}}{G}$ / %	$\frac{m_{CaO}}{G}$ / %	% влаги	Сопротивление раздавливанию, кг/бр	Среднее значение, кг/( $\sigma_{сж}$ )	ост. влага, %
<u>18,5</u> 92,5	<u>1,5</u> 7,5	7	1240	<u>1070</u> (111,5)	2,53
<u>18,5</u> 92,5	<u>1,5</u> 7,5	10	1040	<u>1450</u> (151,0)	3,31
<u>18,5</u> 92,5	<u>1,5</u> 7,5	15	1600	<u>1860</u> (193,8)	6,04
<u>18,5</u> 92,5	<u>1,5</u> 7,5	20	2240	<u>2400</u> (250,0)	7,39

Таблица 4

*Зависимость прочности брикетов от времени выдержки*

Давление, Мпа	Влага, %	Состав шихты, г / %		Выдержка, дней	Сопротивление разд., кг/брикет	$\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>	Ост. влага, %
		СаО	AlF <sub>3</sub>				
100	5	1,5/7,5	18,5/92,5	1	1440	150	1,89
		1,5/7,5	18,5/92,5	4	1630	169,8	1,45
100	5	0/0	20/100	1	1040	108,3	1,42
				4	1050	109,4	1,3
				7	1100	114,6	

**Определение зависимости прочности брикетов с оптимальным составом шихты от величины давления прессования (таблица 5 и рис. 2).**

Таблица 5

*Зависимость прочности брикетов от давления прессования*

Давление прессования, Мпа	Влага, %	СаО, г	AlF <sub>3</sub> , г	Сопротивление раздавливаю, кг/брикет	$\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>
50	10	1,5	18,5	520	69,4
50				680	
50				800	
75	10	1,5	18,5	1200	134,7
75				1300	
75				1380	
100	10	1,5	18,5	1600	188,2
100				1620	
100				2200	
125	10	1,5	18,5	2100	215,3
125				1900	
125				2200	

**Определение зависимости прочности брикетов из одного фтористого алюминия и из фтористого алюминия с добавкой СаО от количества NaCl в растворе.**

Следующей добавкой для упрочнения брикетов была избрана поваренная соль, т. к. NaCl хорошо взаимодействует с СаО, что должно обеспечивать получение прочных брикетов. Поваренная соль добавлялась в виде растворов с различной концентрацией.

Таблица 6

*Зависимость прочности брикетов от концентрации солевого раствора*

Состав шихты	Раствор соли, %	Давление прессования, МПа	Сопротивление разд., кг/брикет	$\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>
18,5г AlF <sub>3</sub> + 1,5г СаО + 2г воды	10	100	2050	213,5
	25		1940	202,1
	40		2010	209,4
20г AlF <sub>3</sub> + 2г воды	10	100	920	95,8
	25		1040	108,3
	40		1000	104,2

**Определение зависимостей прочности брикетов из фтористого алюминия от вида и количества связующих добавок (общая масса брикета – 20 г).**

Прессование осуществлялось при давлении 100 МПа. Влажность шихты – 10 % (2 г.). Выдержка брикетов на воздухе – 1 сутки. Данные сведены в таблице 7 и на рис. 2.

Таблица 7

*Зависимость прочности брикетов  
от вида и количества связующей добавки*

Вид добавки	Количество в брикете, г / %	Масса фт.ал., г / %	Сопротивление раздавливанию (среднее), кг/брикет	$\sigma_{сж}$ , кгс/см <sup>2</sup>
Без добавок	–	20/100	1206,6	125,9
MgO	1,0/5,0	19,0/95,0	1720,0	179,2
	1,5/7,5	18,5/92,5	1933,0	201,4
	2,0/10,0	18,0/90,0	2253,3	234,7
Кауст. Пыль (MgO)	1,0/5,0	19,0/95,0	1480,0	154,2
	2,0/7,5	18,0/92,5	1880,0	195,8
	3,0/10,0	17,0/90,0	2033,3	211,8
CaF <sub>2</sub>	0,5/2,5	19,5/97,5	1333,3	138,9
	1,0/5,0	19,0/95,0	1720,0	179,2
	1,5/7,5	18,5/92,5	2033,3	211,8
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,5/2,5	19,5/97,5	1893,3	197,2
	1,0/5,0	19,0/95,0	2266,7	236,1
	1,5/7,5	18,5/92,5	2446,7	254,9
CaO	1,5/7,5	18,5/92,5	1806,7	188,2
CaO+NaCl	CaO – 1,5/7,5 NaCl – 10% p-p	18,5/92,5	2050,0	213,5

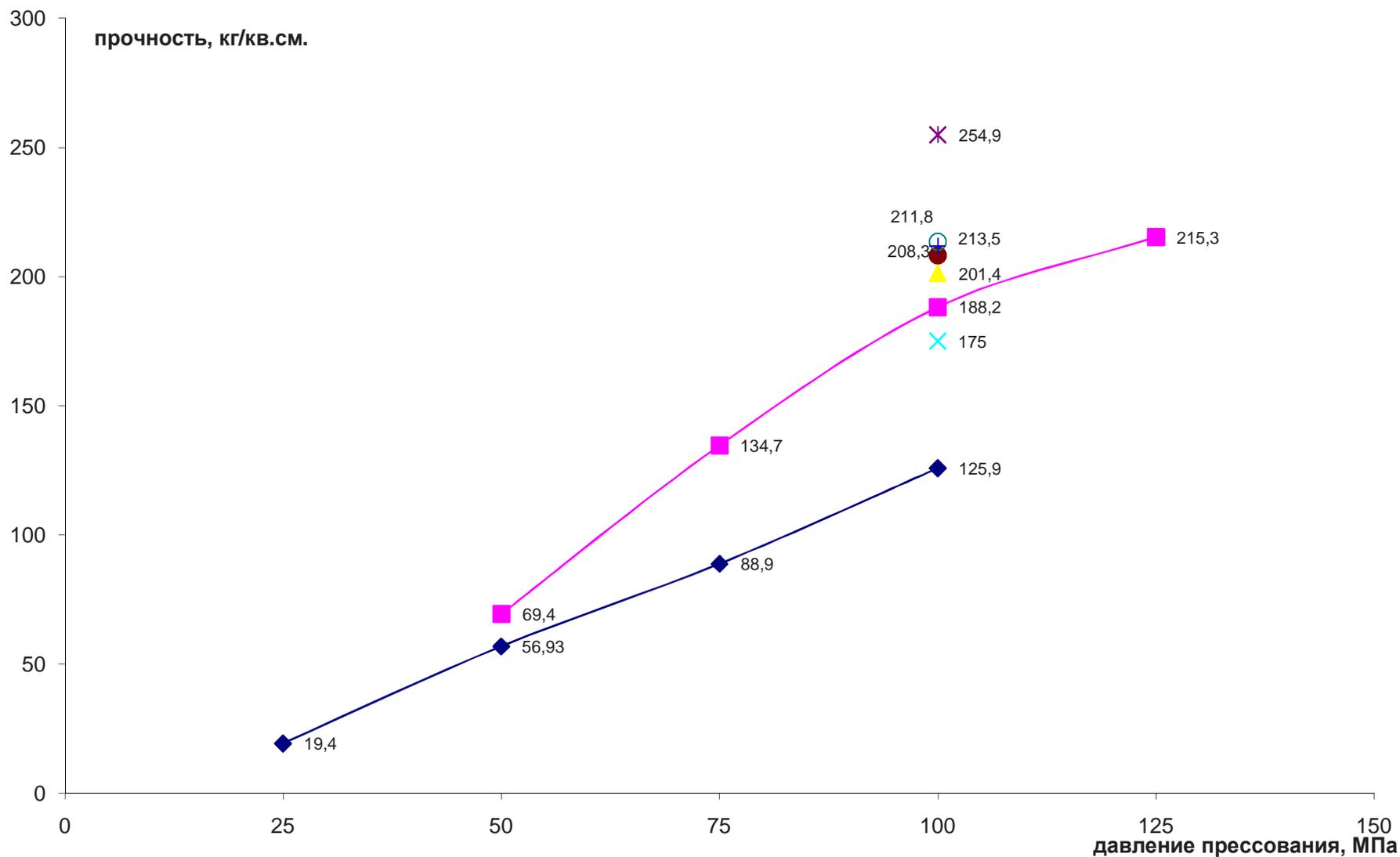


Рис.2. Зависимость прочности брикетов из фтористого алюминия от давления прессования и вида добавок (влажность шихты - 10%)

◆ чист 
 ■ с CaO 
 ▲ с MgO 
 ✕ с каус.магн. 
 ✱ с Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
● с CaO+NaCl 
 ⊖ с NaCl 
 + с CaF<sub>2</sub>

В результате проведенных исследований установлено, что при удельном давлении прессования 100 МПа введение добавок в шихту брикетов приводит к повышению их прочности. Применение связующих неорганических добавок для изготовления брикетов позволяет применять для брикетирования меньшее давление прессования (70,0 – 75,0 Мпа), т. е. возможен выбор прессы с меньшей металлоемкостью, следовательно, с более низкой ценой. Такие прессы с производительностью до 5-7 т/ч (5,5-7,5 м<sup>3</sup>/ч) изго-

тавливает Красноярский завод тяжелых экскаваторов – ЗАО «КЗТЭ».

#### Литература

1. Технический анализ в цветной металлургии / Н. С. Суворовская [и др.]. М., 1957. 567 с.
2. Куликов Б. П., Истомина С. П. Переработка отходов алюминиевого производства. СПб. : МАНЭБ, 2004. 477 с.
3. Металлургия чугуна / Е. Ф. Бегман [и др.]. М. : Металлургия, 1989. 512 с.

УДК 629.114.2:629.11.013

А.А. Климов, А.В. Стручков\*

#### СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДАТЛИВОСТИ ГРУНТОВ

*В статье рассмотрен вопрос о влиянии податливости грунтов на динамические характеристики элементов трансмиссии трактора при построении динамических моделей бульдозерных агрегатов. Установлено, что при составлении динамических моделей тракторных трансмиссий важно определить предел касательного усилия, при котором еще сохраняются упругие свойства грунта (до срыва грунта). Предлагается способ определения податливости грунта и предельных касательных усилий (до срыва грунта), который может быть использован при расчетах динамической нагруженности трансмиссионных систем промышленных тракторов на стадии проектирования.*

**Ключевые слова:** способ определения, податливость грунтов, динамическая нагруженность, трансмиссионные системы, гусеничный трактор.

При теоретическом исследовании динамической нагруженности трансмиссионных систем проводится построение идеализированных динамических и математических моделей. Качество теоретического анализа динамической нагруженности механизма в основном зависит от полноты и точности определения динамических параметров всех кинематических составляющих.

Анализируя внутреннюю динамику трансмиссионной системы гусеничного трактора при выполнении землеройных работ с точки зрения конструирования

деталей и узлов равнопрочными, важно учитывать влияние внешней динамической подсистемы как задающей силовые параметры и их колебания, а именно систем «грунт-гусеница» и «призма грунта – навесное оборудование» [1].

Работа бульдозерного агрегата характеризуется относительно резким колебанием сил сопротивления, что влечет за собой повышение суммарной степени неравномерности и буксования. Рост скорости бульдозирования вызывает пропорциональный рост буксования и амплитудной составляющей нагрузки транс-

\* - автор, с которым следует вести переписку.