## EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. XVI KÕIDE FÜÜSIKA \* MATEMAATIKA. 1967, NR. 1

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ XVI ФИЗИКА \* МАТЕМАТИКА. 1967, № 1

https://doi.org/10.3176/phys.math.1967.1.11

## А. МАРТИНС

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ТЕЧЕНИЯ СЛОЯ ЖИДКОГО СЛАНЦЕВОГО ШЛАКА

Судя по известным до сих пор данным литературы, возникновение и течение слоя жидкого шлака на охлажденных поверхностях экспериментально очень мало исследовалось. Единственное лабораторное исследование, рассматривающее вопросы возникновения шлакового слоя на стенах технологических циклонных топок, проведено В. Руссо [<sup>1</sup>]. Кроме того, отдельные ссылки на данные о течении жидких шлаков на стенках топок имеются в работе Р. Долежала [<sup>2</sup>].

По сжиганию эстонского сланца в топках с жидким шлакоудалением имеется минимальный опыт. Эксперименты носили случайный характер и не дали положительных результатов. Объясняется это тем, что в ходе их проведения не учитывались такие специфические свойства сланца, как большое содержание летучих в горючей части и CaCO<sub>3</sub> в минеральной части топлива и его неравномерное распределение в возникших при помоле фракциях [<sup>3</sup>].

Для получения систематических данных о возможности сжигания эстонского сланца в топках с жидким шлакоудалением были проведены опыты на лабораторной опытной топке с жидким шлакоудалением. Объектом исследования служила одна из важнейших проблем топок с жидким шлакоудалением — проблема возникновения и течения слоя жидкого шлака на охлажденных стенках топки, от чего в большой мере зависит успешная работа топок этого типа.

Результаты опытов дают также возможность проверить теоретические положения о течении сланцевых шлаков на охлажденных поверхностях [4, 5].

## Опытная установка и методика измерений

Опытная установка состоит из топки 1 и вспомогательного оборудования (рис. 1).

Топка включает две части (рис. 1, І и ІІ). Первая представляет собой трубу длиною 0,61 и диаметром 0,11 *м*, в верхней части слегка конусообразную. Внутренние стенки ее выложены круглыми элементами из карборунда. Длина второй части топки равна 1 *м*; сечение ее имеет форму трапеции с длиной сторон 0,15 и 0,12 *м* и высотой 0,128 *м*. Внутренняя поверхность этой части обмурована корундовыми кирпичами.

В поде второй части топки находится охладитель-калориметр 16, охлаждаемый воздухом. Горячий воздух направляется обратно в топку через сланцевую горелку 3.

Первая часть топки была предусмотрена для предварительной газификации сланца. Воздух, необходимый для окончательного сгорания,



Рис. 1. Схема опытной установки:

 опытная топка; 2 — питатель пыли; 3 — сланцевая горелка; 4 — газовая горелка; 5, 6, 7 — охладители;
 8 — золоуловитель-циклон; 9 — дутьевой вентилятор;
 10 — воздушный коллектор;
 11 — дымосос;
 12 — газовый счетчик;
 13 — воздухоподогреватель;
 14 — диафрагмы;
 15 — шлаковая ванна;
 16 — охладитель-калориметр;
 17 — водомер.

подавался во вторую часть через газовую горелку 4. В конце второй части топки имеется отверстие, через которое для облегчения вытекания шлака направляли также и топочные газы.

При всех опытах вторая часть опытной топки располагалась под углом 30° к горизонтали.

В ходе сжигания сланца в опытной топке проводились следующие измерения:

a) для определения общих режимных показателей топки замерялись: 1) расход топлива, 2) расход воздуха и его температура, 3) температурные и концентрационные поля топочных газов;

б) для экспериментального определения условий возникновения слоя жидкого шлака и его течения: 1) термозондом периодически замеряли температуру поверхности слоя шлака  $T_1$ , 2) стационарными термопарами (платинродий—платина) постоянно измерялись температуры поверхности обмуровки (под слоем шлака)  $T_2$  и в точках соприкосновения поверхности обмуровки с калориметром  $T_{\rm cr}$ , 3) для измерения теплового потока, преникшего через шлаковый слой и обмуровку, использовались два специальных воздушных калориметра, 4) толщину шлакового слоя  $\delta_{xl}$ , возникшего на охлажденной обмуровке опытной топки, измеряли после прекращения работы и окончательного охлаждения топки, 5) взвешивались количества шлака из шлаковой ванны и отделенного от стен топки, 6) удаленный со дна топки шлаковый слой осторожно расслаивали на несколько слоев, из которых брали пробы для дальнейших определений химического состава шлакового слоя по всей толщине, 7) из различных пунктов топки и дымового тракта брались средние пробы шлака к золы для дальнейших химических анализов.

#### Таблица 1

	Условное обозначение топлива						
	PK I	РК И	PK III	PK IV			
Сухая масса							
Карбонатная СО2, % Минеральная зола, %	16,69 43,20	16,05 41,59	10,31 30,95	3,22 6,10 90,68			
Органическое вещество, % В том числе:	40,11	42,36	58,74				
углерода водорода	29,40 2,46	31,10 2,55	43,30 66,60 3,61 5,71				
Влажность рабочего топлива, %	0,88-	0,95-	0,92-	3,02— 5,85			
Низшая теплота сгорания рабочего топ- лива, кдж/кг	12 004	13 141	18 218	28 466— 28 537			

Зерновая характеристика топлива по фракциям, %

0,21 — 0,30 мм	0,59	0,82	0,17	0,40
0,15 — 0,21 мм	1,10	1,33	0,30	1,34
0,105 — 0,15 мм	2,81	4,84	11,27	6,54
0,075 — 0,105 мм	15,17	18,10	20,32	13,54
0,053 — 0,075 мм	50,17	45,70	44,56	17,82
0,000 0,053 мм	29,48	28,51	23,16	60,88

Растопка опытной топки производилась на газе.

Топливом служила пыль четырех различных сортов сланца, характеристики которых приведены в табл. 1.

### Основные опыты и их наиболее важные результаты

Первая серия основных опытов была проведена на сланце РК III, при котором на дне топки возникал шлаковый слой достаточной толщины.

В опытах со сланцами РК I и РК II стационарного режима отделения жидкого шлака удавалось достичь только при использовании добавочного топлива (газа). В этом случае на дне второй части топки возникал очень равномерный шлаковый слой.

Теплота сгорания сланца РК IV, обогащенного водой, была очень высокой, а содержание золы очень низким. При сжигании этого топлива режим жидкого шлакоудаления возникал очень легко и весь шлак вытекал из топки.

Суммарные расчетные объемные удельные тепловые нагрузки опытной топки изменяли в следующих пределах: при сжигании сланцев РК I и РК II — от 2,13 · 10<sup>6</sup> до 2,56 · 10<sup>6</sup> вт/м<sup>3</sup>, сланца РК III — от 1,77 · 10<sup>6</sup> до 2,77 · 10<sup>6</sup> и сланца РК IV — от 1,99 · 10<sup>6</sup> до 2,80 · 10<sup>6</sup> вт/м<sup>3</sup>.

Средние температуры пламени во второй части топки составляли 1535—1725, а максимальные — 1695—1815° К. Температуры вторичного воздуха колебались между 470—585° К.

Коэффициент избытка воздуха α составлял во всех опытах ≈ 1.

Время возникновения шлакового слоя. Время возникновения стационарного шлакового слоя и достижения термического равновесия топки можно было оценить по изменению теплового потока, измеряемого калориметром.



Рис. 2. Изменение и стабилизация теплового потока через обмуровочные кирпичи топки.

На рис. 2 приведены результаты калориметрических измерений некоторых опытов после растопки опытной топки на газе. До перехода на сжигание сланца (при опытах № 11, 12, 19 и 24) тепловой поток, переданный через обмуровку топки, составлял 16,4 · 10<sup>3</sup>—17,0 · 10<sup>3</sup> вт/м<sup>2</sup> и средняя температура поверхности обмуровки со стороны пламени 1400—1450° К.

Кривые 1 и 2 рис. 2 изображают характер изменения теплового потока в опытах, проведенных со сланцем РК III при минимальной (B = 7,95 кг/ч, кривая 1) и максимальной (B = 12,40 кг/ч, кривая 2) нагрузках. В обоих случаях стабилизация тепловых потоков происходила менее чем за три часа после перехода на сжигание сланца. Средняя толщина всего шлакового слоя (жидкий + застывший), возникшего на обмуровочных кирпичах топки, составляла соответственно 1,09 · 10<sup>-2</sup> (опыт № 11) и 0,86 · 10<sup>-2</sup> м (опыт № 12).

Кривая 3 (опыт № 24) отображает изменение теплового потока, воспринятого калориметром в первые часы опытов при сжигании сланца РК IV. Следует отметить, что опыты № 12 и 24 проводились при приблизительно одинаковых объемных удельных тепловых нагрузках — соответственно 2,77 · 10<sup>6</sup> и 2,80 · 10<sup>6</sup> вт/м<sup>3</sup>. В зависимости от различных химических свойств сланцев РК III и РК IV термическое равновесие опытной топки наступало в разные отрезки времени и при различных условиях теплообмена.

Для сравнения на рис. 2 нанесена еще кривая 4, характеризующая результаты калориметрического измерения при опыте № 19, проведенного со сланцем РК II без добавочного топлива ( $B = 10,90 \ \kappa c/q$ ;  $B \cdot Q_{\rm H}^{\rm p}/V_{\rm T} = 1,76 \cdot 10^6 \ s t/m^3$ ). В ходе этого опыта на стенках топки образовался шлаковый слой, но термические условия для вытекания шлака не были достаточными и слой его нарастал до полного зашлакования топки.

Время возникновения шлакового слоя стабилизированной толщины можно рассчитать, используя результаты взвешивания высепарировавшегося шлака и предполагая при этом, что накопление шлака до стабилизации слоя происходит с постоянной скоростью, на основе следующей формулы:

$$\tau_{\delta} = g_2(\zeta Gr)^{-1} = gg_2(g_{\Sigma}G)^{-1}, \tag{1}$$

где

$$\tau_{\hat{c}} = g_2(\zeta Gr)^{-1} = gg_2(g_{\Sigma}G)^{-1}, \tag{1}$$

$$\zeta = g_{\Sigma}(gr)^{-1}.$$

Обработка опытных данных показала, что время возникновения стационарного шлакового слоя, вычисленное по формуле (1), на 20-35 мин меньше времени стабилизации тепловых потоков, измеренных калориметром. Подобное расхождение вызвано постепенным уменьшением скорости накопления шлака и изменением теплоемкости обмуровки.

Химический состав жидкого шлака и летучей золы. Наблюдение за действующими топками с жидким шлакоудалением показало, что химический состав жидкого шлака, высепарировавшегося на стенки топки, отличается от состава летучей золы, уловленной в различных точках дымового тракта котельного агрегата [6, 7]. Это явление может либо ухудшить, либо улучшить работу такой топки.

Поскольку содержание СаСО3 в более крупных фракциях сланца выше, то можно ожидать механической сепарации, в результате чего на стенках топки сепарируется наиболее трудно плавящийся шлак. Это явление затрудняет сжигание сланца в топках с жидким шлакоудалением. Во избежание механической сепарации в опытах использовали пылевидное топливо тонкого помола (см. табл. 1).

Механизм возникновения слоя жидкого шлака на охлажденных стенках топки и вопросы сепарации можно в известной мере исследовать на основе полученных химических анализов шлака и летучей золы. В табл. 2 приведен химический состав минеральной части топлива, шлака и летучей золы.

Как следует из таблицы, содержание соединений щелочных металлов в шлаке уменьшилось, а в летучей золе в большинстве случаев снова увеличилось. Характер изменения содержания СаО в шлаке и летучей золе в разных опытах различный. При сжигании сланцев РК І и РК ІІ содержание СаО меньше в шлаке, взятом из шлаковой ванны, и больше в циклонной золе. В случае же сланцев РК III и РК IV наблюдается обратная картина. При сжигании сланцев РК I, РК II и РК III на режиме с жидким шлакоудалением было замечено некоторое увеличение содержания CaO (~1-3%) в средних пробах шлака, взятого из топки, по сравнению с пробами из шлаковой ванны. Кроме того, при сжигании этих сланцев не происходило постоянного нарастания шлакового слоя. Поэтому для выяснения механизма возникновения шлакового слоя пробы шлака брали в начале, в середине и в конце второй части опытной топки со всей толщины шлакового слоя и определяли содержание в них CaO.

На рис. З (опыты № 12 и 20) приведено относительное изменение содержания СаО по всей толщине шлакового слоя на дне второй части топки: а — на расстоянии 5 · 10<sup>-2</sup> м от места соединения первой и второй части топки по направлению движения потока и б — на расстоянии 6.10<sup>-2</sup> м до выходного отверстия для вытекания шлака.

В нижнем шлаковом слое, образовавшемся на охлажденном дне топки, содержание CaO самое низкое как в начальной, так и в конечной части топки. Это показывает, что шлаковый слой на охлажденной

Экспериментальное исследование возникновения и течения слоя ...

Таблица 2

	the second s	in the second	1.7.2.1.1		State State	LAC ON THE	142 Include	1000
ое обо- ие топ-	и слой Выессоримонной зелы белейне СПО, уюде залонейном рассвориотес	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K20 -	Na <sub>2</sub> O
Условн значені лива	ourseen or oreanteer s 9 oud, noregnaarsen some	7 1970) 01504 01	Содержание, %*					
	Минеральная часть топлива	28,78	5,88	13,14	41,10	3,16	1,53	0,23
РҚ І	Шлак из топки	31,94	8,66	15,69	42,15	2,29	0,03	0,31
	Шлак из шлаковой ванны	36,73	9,52	11,21	39,22	2,75	0,04	0,29
	Летучая зола из циклона	30,05	5,80	9,35	41,66	3,25	0,03	0,32
РҚ Ш	Минеральная часть топлива	28,18	4,98	14,69	41,70	2,44	3,46	0,43
	Шлак из топки	29,97	6,71	18,69	40,21	3,74	0,92	0,09
	Шлак из шлаковой ванны	33,79	7,71	15,77	38,90	3,80	. 1,26	0,01
	Летучая зола из циклона	29,46	5,56	11,07	41,45	4,51	. 4,75	0,01
РҚ Ш	Минеральная часть топлива	28,15	7,79	7,12	39,50	3,68	3,03	0,56
	Шлак из топки	28,75	12,76	11,24	42,92	2,63	1,16	1,16
	Шлак из шлаковой ванны	33,35	10,26	11,43	41,14	2,68	1,25	0,21
	Летучая зола из циклона	33,10	4,74	11,70	38,79	1,17	3,77	0,14
PK IV	Минеральная часть топлива	33,10	6,57	12,77	26,42	4,83	4,77	1,10
	Шлак из шлаковой ванны	32,52	5,95	24,55	33,08	3,18	0,03	0,19
	Летучая зола из циклона	37,38	9,80	11,77	28,12	4,50	0,04	0,68

\* Анализы проведены сотрудником Института термофизики и электрофизики АН ЭССР Э. Калласте.

поверхности образуется в первую очередь из наиболее плавких фракций золы. В дальнейшем содержание CaO с ростом шлакового слоя увеличиралось. В начале второй части топки (рис. 3, а) этот рост был довольно быстрым, и шлаковый слой, взятый из средней части, содержит больше CaO, чем шлак из шлаковой ванны. В этом сечении содержание CaO в наружной поверхности шлакового слоя снова уменьшается и

почти приближается к содержанию его в шлаке, взятом из шлаковой ванны. Увеличение содержания СаО в 10 средней части слоя можно объяснить следующим: в начале второй части топки, в месте взятия шлаковых проб, О топочные газы, выходящие из первой части, делают крутой поворот и под влиянием больших центробежных сил из топочных газов сепарируются наиболее крупные частицы шлака, богатые СаО, прилипающие к пластичному, неподвижному основному слою шлака. При дальнейшем же росте шла-

8 ENSV TA Toimetised F \* M-1 67





кового слоя наступает новое термическое состояние: большинство высепарировавшихся фракций золы расплавляется на поверхности шлакового слоя и образует текучий шлаковый слой. Высепарировавшиеся на этот слой нерасплавившиеся частицы золы, богатые CaO, увлекаются вместе с текучим шлаковым слоем и в дальнейшем растворяются в нем. Пробы, взятые в конце второй части топки, показывают (рис. 3, б), что содержание CaO по всей толщине слоя возрастало до известного стабильного предела.

Сравнение проб шлакового слоя со стороны пламени, взятых в начале и в конце второй части топки, со шлаками из шлаковой ванны показывает, что содержание CaO во всех пробах почти одинаковое. Это свидетельствует о том, что опыты протекали при стабильном режиме течения шлака.

**Течение жидкого шлака.** Имеющиеся данные говорят о том, что для определения скорости течения жидкого шлака на охлажденных поверхностях еще не разработана соответствующая методика экспериментального измерения. Ниже предлагается экспериментально-теоретическая методика определения скорости течения жидкого шлака, разработанная нами.

Тепловой поток, передаваемый через слой шлака и обмуровочные кирпичи, а также определенный калориметром, описывается следующими формулами:

$$q = \lambda \delta^{-1} (t_1 - t') \tag{2}$$

$$q' = \lambda'(\delta')^{-1} (t' - t_2) \tag{3}$$

$$q_{\rm H} = \lambda_{\rm H} \delta_{\rm H}^{-1} \left( t_2 - t_{\rm CT} \right) \tag{4}$$

$$q_{\kappa} = QcF^{-1}(t_{\rm II} - t_{\rm I}). \tag{5}$$

Тепловые потоки, выраженные формулами (2)—(5), в случае стационарных условий теплообмена в топках с жидким шлакоудалением теоретически должны быть равными.

Опытные данные дали возможность непосредственно определить величины тепловых потоков по формулам (4) и (5). Значения тепловых потоков, рассчитанные по формуле (4), были до 5% больше тепловых потоков, определенных по формуле (5). Это явно обусловлено внешними потерями тепла калориметра, в связи с чем в основу расчетов были положены значения тепловых потоков, определенные по формуле (4).

Теоретически выведенные формулы толщины и скорости течения шлакового слоя эстонского сланца следующие [<sup>5</sup>]:

$$\delta = \{G_{s}[(pb_{A} - b') \exp a \,\omega]^{n+1} \,(n+1) \,(n+2) \,(n+3)x\}^{\nu_{s}} \times \\ \times [200\xi\gamma^{2} \,n \,(t_{1} - b' \exp a \,\omega)^{n}]^{-\nu_{s}}$$
(6)

$$\overline{w} = [200 \ G_s^2 \xi \ n (t_1 - b' \exp a \ \omega)^n x^2]^{1/_3} \times \\ \times \{\gamma [(pb_A - b') \exp a \ \omega]^{n+1} (n+1) (n+2) (n+3)\}^{-1/_3}.$$
(7)

Если считать, что  $q \approx q_{\rm H}$ , то на основе формул (2), (4), (6) и (7) можно найти формулу скорости течения шлакового слоя в другом виде, подходящем для обработки экспериментальных данных:

$$\overline{vo}_{x} = (a_{n}\lambda^{-1})^{n/(n+3)} (G_{x}\chi)^{(n+2)/(n+3)} \sqrt{(n+1)/(n+3)} (200\xi n)^{1/(n+3)} \times$$

$$\times \{ [(pb_A - b') \exp a \, \omega]^{n+1} \, (n+1) \, (n+2) \, (n+3) \}^{-1/(n+3)}.$$
(8)

С другой стороны, можно показать, что скорость течения жидкого шлака выражается при помощи формулы

$$\overline{w}_{11} = g_1 [3600 \delta l_V (\tau - \tau_{\delta})]^{-1}.$$
(9)

Время возникновения стационарного слоя жидкого шлака τ<sub>δ</sub> в формуле (9) рассчитывается по формуле (1), а толщина текучего шлакового слоя δ по формуле

$$\delta = \delta_{xl}\lambda(t_1 - t')[\lambda(t_1 - t') + \lambda'(t' - t_2)]^{-1}.$$
 (10)

Различные величины, входящие в формулы (1)—(4), (6)—(8) и (10), определяются по формулам:

$$\begin{split} G_{s} &= \zeta B A^{p} (3,6Hl)^{-1} \cdot 10^{-5} \cdot r \\ g_{\Sigma} &= g_{1} + g_{2} \\ t_{A} &= b_{A} \exp a \omega \\ t' &= b' \exp a \omega \\ \lambda & \text{ н } \lambda' \text{ равняются } 0,92 [1 + 2 \cdot 10^{-3} (t - 1000)] \quad (\text{см. [8]}) \\ \lambda_{\text{H}} &= 1,8 + 0,0016t \quad (\text{см. [9]}). \end{split}$$



Рис. 4. Зависимость относительной скорости течения шлакового слоя от величины теплового потока, проникшего через него.

Отношения скоростей течения слоя жидкого шлака, вычисленные по формулам (8) и (9) в зависимости от величин тепловых потоков, проникших через шлаковый слой, нанесены на рис. 4. Из рисунка видно, что скорости течения шлакового слоя, определенные обоими методами, совпадают с достаточной точностью (отклонение не превышает +8%).

#### Условные обозначения

A<sup>р</sup> — зольность топлива, %;

C — теплоемкость воздуха,  $\kappa \partial m/M^3 \cdot c p a d;$ 

- a, b<sub>4</sub>, b', n, p характерные коэффициенты вязкости сланцевых шлаков [<sup>5</sup>];
  - *q*, *q*', *q*<sub>H</sub>, *q*<sub>K</sub> соответственно тепловые потоки, проникшие через слой текучего шлака, застывшего шлака, обмуровочные кирпичи и воспринятые калориметром, *вт/м*<sup>2</sup>:

G<sub>s</sub> — интенсивность сепарации шлака, кг/м<sup>2</sup>сек;

В, G — расход топлива и золы, кг/ч;

V т — объем топки, м<sup>3</sup>;

*Q*<sup>р</sup><sub>и</sub> -- низшая теплота сгорания рабочего топлива, кдж/кг;

- g количество золы, поданной в топку в течение всего опыта, кг;
- g<sub>1</sub>, g<sub>2</sub>, g<sub>2</sub> соответственно количество шлака в шлаковой ванне, в топке и всего высепарировавшегося из топочных газов, кг;
  - Q расход воздуха, подаваемого через калориметр, м<sup>3</sup>/ч;

F — поверхность калориметра, воспринявшая теплоту, м<sup>2</sup>;

 δ, δ', δ<sub>xl</sub>, δ<sub>н</sub> — толщина слоя жидкого шлака, слоя застывшего шлака, общая толщина шлакового слоя и толщина обмуровочных кирпичей соответственно, м;

w, w, w, w, -- средние скорости течения шлакового слоя, м/сек;

x, H, l — расстояние от верха стены топки, длина и ширина стены топки, м;

T<sub>1</sub>(t<sub>1</sub>), T'(t'), T<sub>2</sub>(t<sub>2</sub>), T<sub>ст</sub> (t<sub>ст</sub>) — соответственно температура наружной поверхности слоя текучего шлака; при бесконечно большой вязкости шлака; наружной поверхности обмуровки и наружной поверхности калориметра,

 $T_{I}(t_{I}), T_{II}(t_{II})$  — соответственно температура воздуха, поступающего в калориметр и выходящего из него, °К (°С);

- τ, τ<sub>δ</sub> время продолжительности опыта и возникновения стационарного шлакового слоя, *ч*;
- λ, λ', λ<sub>н</sub> коэффициент теплопроводности слоя жидкого шлака, слоя застывшего шлака и внутренней обмуровки топки, *вт/м · град*;

у — плотность шлака, кг/м<sup>3</sup>;

ω, ω' — содержание CaO в пробах шлака, взятых из шлаковой ванны и из топки, %;

- ξ синус угла цаклона поверхности топки к горизонтали;
- с количество сепарированной золы из общей массы золы на данной поверхности, %;
- r коэффициент, характеризующий улетучивание некоторых соединений минеральной части топлива (r = f(t)).

## ЛИТЕРАТУРА

- Руссо В. А., Сб.: Циклонные плавильные энерготехнологические процессы, М., 1963, с. 75—83.
- 2. Doležal R., Mitt. Verein. Grosskesselbesitzer, H. 70, 35-41 (1961).
- Эпик И. П., Влияние минеральной части сланцев на условия работы котлоагрегата, Таллин, 1961.

- 4. Мартинс А. А., Сб.: Топливо и котельные установки, Таллин, 1964, с. 59-71.
- 5. Мартинс А. А., Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-матем. и техн. наук, 15, № 4, 569—578 (1966).
- 6. Geissler Th., Energie, Nr. 8, 336-348 (1960).
- Bassa G., Bator B., The influence of distribution of minerals in pulverized coals with high mineral contents on the working conditions of steam generators, Loudon-Botterworths, 1963.
- 8. Варгафтик Н. Б., Олещук О. Н., Теплоэнергетика, № 12, 79—85 (1958).
- 9. Теплотехнический справочник, М.-Л., 1957.

Институт термофизики и электрофизики. Академии наук Эстонской ССР Поступила в редакцию 16/V 1966

#### A. MARTINS

## EESTI PÕLEVKIVI VEDELŠLAKIKIHI TEKKIMISE JA VOOLAMISE EKSPERIMENTAALNE UURIMINE

Katsed näitavad, et Eesti põlevkivi on võimalik põletada vedelšlakikolletes. Selleks tuleb tehniliste, vahendite abil luua termilised tingimused šlakikihi tekkimiseks ja voolamiseks jahutatud koldepindadel.

Väljatöötatud uudne mõõtmismetoodika võimaldab küllaldase täpsusega määrata vedelšlakikihi voolu kiirust jahutatud koldepindadel.

A. MARTINS

## EXPERIMENTAL RESEARCH OF FORMATION OF THE ESTONIAN OIL SHALE LIQUID SLAG LAYER AND ITS FLOW PHENOMENA

Experiments show that it is possible to burn Estonian oil shale in liquid slag furnaces. For this purpose, using technical means, it is necessary to create thermic conditions for the formation of a liquid slag layer and its flowing along the cooled surfaces of the furnace.

By our new measuring methods it is possible to determine with sufficient accuracy the speed of flow of the liquid slag along the cooled surfaces of furnace.