

УДК 622.232:621.311.22

Л.И. Кантович, Г.Е. Райханова

## ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СМЕРЗШЕГОСЯ УГЛЯ

*Выполнен анализ конструктивных и технологических параметров силовых установок современных механизированных комплексов для измельчения смерзшегося угля. Установлено влияние характеристик силовой установки на производительность механизированного комплекса измельчения смерзшегося угля.*

*Ключевые слова: механизированный комплекс для измельчения смерзшегося угля, характеристики силовой установки, производительность комплекса.*

Семинар № 22

Обеспечение непрерывного приема кондиционного угольного топлива на обогатительных фабриках, тепловых электростанциях и коксохимических заводах, особенно в зимний период, является актуальной технической задачей [1]. Угольное топливо при перевозке в зимний период постоянно смерзается как в условиях восточных районов России, так и в условиях относительно мягкого климата ее Европейской части. Поэтому разгрузка железнодорожных вагонов, в которых уголь доставляется потребителю для его дальнейшей переработки или сжигания весьма трудоемка и энергозатратна [2].

В зимний период выгружаемое с помощью вагоноопрокидывателей смерзшееся угольное топливо частично просыпается через приемную решетку бункера. Так по данным Технического отдела ТЭЦ – 22 города Москвы просыпи смерзшегося угля составляют от 30 до 60 %. [1], а по данным канд. техн. наук Д.Ю. Полосина [3] эти просыпи составляют 10-15%.

Обозначим отношение веса просыпей к весу –  $G$  угля в железнодорожном вагоне через коэффициент

просыпей –  $k_{np}$ . Тогда, на решетку одного бункера (число решеток) будет приходиться вес угля равный величине:

$$G(1 - k_{np}) / n_p, \text{ Н}$$

Поверхность выгруженного и оставшегося на приемной решетке угольного топлива, естественно, не является плоской. Поэтому высота борта подлежащего измельчению топлива колеблется как по длине исполнительного органа механизированного комплекса, так и по пути его рабочего перемещения. Поэтому в дальнейшем будем использовать понятие средней высоты слоя угольного топлива –  $h$ , м, подлежащего измельчению.

Последняя составит:

$$h = \frac{G(1 - k_{np})}{\rho g n_p S}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность, смерзшегося и негабаритного угольного топлива, кг/м<sup>3</sup>.

Особенностью негабаритного угольного топлива, (которое не является однородным и изотропным мате-

риалом, таким, как уголь), а представляет собой отдельные куски, связанные между собой ледяными прослойками. Поэтому плотность смерзшегося и негабаритного угольного топлива следует определять, как средневзвешенную по объему величину:

$$\rho = \frac{\rho_y V_y + \rho_e V_e}{V_y + V_e}, \text{ кг/м}^3 \quad (2)$$

здесь  $V_y V_e$  - объем угля и льда в смерзшемся топливе соответственно,  $\text{м}^3$ ;  $\rho_y$  - плотность угля,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho_y = (0,117 \div 0,137) \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ ;

$\rho_e$  - плотность ледяных прослоек  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho_e = 0,1 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ .

По данным исследований канд. техн. наук Д.Ю. Полосина [3], объем льда может колебаться от 5 до 15 %.

Анализ зависимости (2) свидетельствует, что с увеличением процентного содержания ледяных прослоек, плотность смерзшегося негабаритного угольного топлива уменьшается. Причем, темп уменьшения больше у углей с большей плотностью.

В технической литературе [4, 5] имеются многочисленные сведения о результатах экспериментальных исследований и опытно-промышленных работах по оценке производительности механизированного комплекса измельчения смерзшегося угля. Однако, как правило, предлагаемые методы расчета производительности не позволяют получить результат, адекватный промышленным данным, особенно для машин с высокими усилиями резания.

Эффективность работы механизированного комплекса измельчения смерзшегося угля зависит от многих взаимосвязанных между собой факторов. Считается, что механизированный комплекс измельчения смерз-

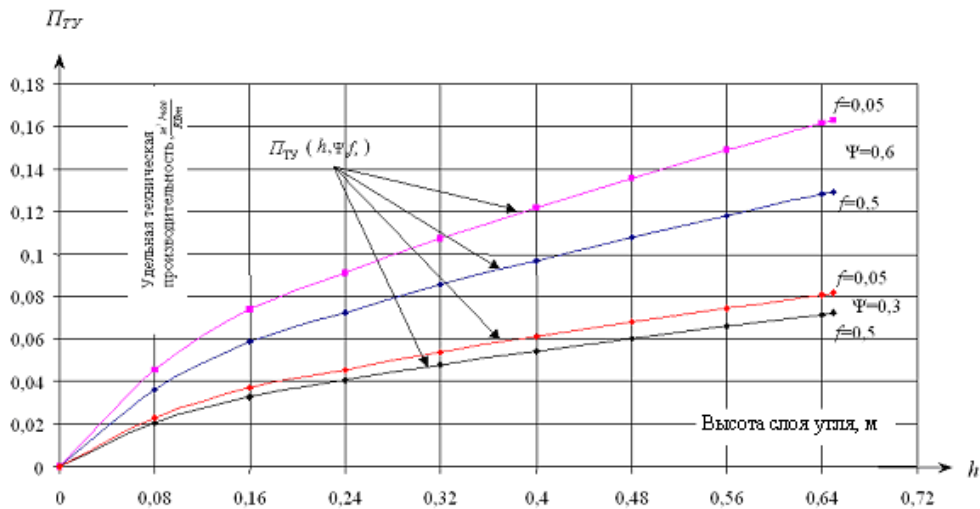
шегося угля, при измельчении угля в общем случае имеет техническую производительность в плотном теле равную:

$$P_T = 3,6 \cdot 10^3 \rho g B h W, \text{ т/час} \quad (3)$$

где  $W$  - скорость подачи режущей фрезы комплекса,  $\text{м/с}$ ;  $h$  - насыпная высота смерзшегося угля на решетке,  $\text{м}$ ;  $B$  - ширина решетки бункера накопителя,  $\text{м}$ .

Естественно, что выражение (3) хотя и учитывает, некоторые конструктивные ( $[B]$ ,  $[h]$ ) и косвенно энергетические параметры ( $W$ ) комплекса, практически не позволяет установить величину производительности при различных значениях, например, высоты слоя угля на решетке -  $h$ , его прочности-  $\sigma$ , установленной мощности силовой установки комплекса.

В свою очередь, на основе результатов полученных в работе [5], нами установлена зависимость (4) энергоёмкости разрушения слоя угля комплексом от его конструктивных и технологических параметров:  $\omega$  - скорости вращения режущей фрезы, ( $\text{рад/с}$ );  $D$  - диаметра окружности режущих кромок фрезы ( $\text{м}$ );  $W$  - скорости подачи режущей фрезы комплекса;  $\sigma$  - прочности угля, ( $\text{Па}$ );  $f$  - эффективного коэффициента трения породы о фрезу;  $\Psi$  - отношения нормальной составляющей реакции разрушаемого слоя угля к её касательной составляющей, принимаемого равным  $0,3 \div 0,6$  (причем большее значение отношения соответствует связным пластичным углям, а меньшее - крепким и хрупким);  $\eta_x, \eta_{\text{в}}$  - КПД механизмов подачи и вращения фрезы, соответственно;  $\varphi_0$  - угла контакта фрезы со слоем угля в плоскости её вращения,  $\text{рад}$ .



**Зависимость удельной технической производительности –  $P_{TY}$  (в плотном теле) от высоты слоя смерзшегося угля –  $h$**

$$H_W = \rho g \frac{\sigma}{\varphi_0} \left[ \frac{1 + f\Psi}{\eta_{ш}} + 2 \frac{\lambda(\varphi_0, \Psi)}{\eta_x} \cdot \frac{W}{\omega D} \right], \quad (4)$$

Нм/т

В соответствии с полученными нами ранее результатами в работе [5], учитывая баланс мощности в приводах комплекса

$$P_T \cdot H_W = N_{ш} + N_x, \quad (5)$$

уравнение (5), после соответствующих алгебраических преобразований может служить зависимостью для определения технической производительности механизированного комплекса измельчения смерзшегося угля (в плотном теле) в следующем виде:

$$P_T = \frac{3,6 \cdot 10^3 \varphi_0 (N_{ш} + N_x)}{\rho g \sigma \left[ \frac{1 + f\Psi}{\eta_{ш}} + 2 \frac{\lambda(\varphi_0, \Psi)}{\eta_x} \cdot \frac{W}{\omega D} \right]} \quad (6)$$

т/час

здесь  $N_{ш}, N_x$  - установленные мощности приводов вращения фрезы и её подачи, соответственно, Вт.

Далее, поделив обе части уравнения (6) на  $N_{ш} + N_x$ , получим вели-

чину удельной технической производительности комплекса измельчения смерзшегося угля, характеризующую весовой объем разрушенного угля в единицу времени приходящегося на один киловатт установленной мощности силовой установки комплекса (без учета вспомогательного оборудования).

$$P_{TY} = \frac{P_T}{N_{ш} + N_x} = \quad (7)$$

$$= \frac{3,6 \cdot \varphi_0}{\rho g \sigma \left[ \frac{1 + f\Psi}{\eta_{ш}} + 2 \frac{\lambda(\varphi_0, \Psi)}{\eta_x} \cdot \frac{W}{\omega D} \right]}, \quad \frac{\text{т/час}}{\text{кВт}}$$

где  $\varphi_0$  - угол контакта фрезы со слоем угля, рад,  $\lambda(\varphi_0, \Psi)$  - функциональная зависимость в соответствии с уравнениями имеющая вид:

$$\lambda(\varphi_0, \Psi) = \text{Cos} \frac{2}{3} \varphi_0 + \Psi \text{Sin} \frac{2}{3} \varphi_0 \quad (8)$$

Графическая интерпретация зависимости удельной технической производительности (7) для комплекса измельчения смерзшегося угля, ( $D=1,6$

м) от высоты слоя угля- $h$  для прочности угля  $\sigma_{\min}=2,5$  МПа и  $\sigma_{\max}=5,0$  МПа при различных значениях эффективного коэффициента трения -  $f$  породы о фрезу приведена на рисунке.

Анализ выполненных аналитических исследований (моделирование уравнения (7), рисунок) свидетельствует, что:

- величина удельной технической производительности комплекса при заданных его конструктивных ( $W, D$ ) и энергетических ( $N_{ш}, N_x, \eta_x, \eta_{ш}$ ) параметрах не линейно зависит от технологических ( $\sigma, \varphi_0(h), \psi, \lambda(\varphi_0, \psi)$ ) параметров.

- **для связанных пластичных углей** ( $\sigma=1$ , МПа;  $\Psi=0,6$ ) при уменьшении эффективного коэффициента трения -  $f_9$  с 0,55 до 0,11 удельная техническая производительность увеличивается в 2,15 раз при высоте слоя смерзшегося угля  $h = 0,08$  м. и в 3,2 раза при высоте слоя угля  $h = 0,72$  м.;

- **для крепких хрупких углей** ( $\sigma=5$ , МПа;  $\Psi=0,3$ ) при уменьшении эффективного коэффициента трения -  $f_9$  с 0,55 до 0,11 удельная техническая производительность увеличивается в 1,6 раз при высоте слоя смерзшегося угля  $h = 0,08$  м. и в 2,4 раза при высоте слоя угля  $h = 0,72$  м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кантович Л.И., Гетопанов В.Н., Берлявский Г.П. К проблеме создания средств первичного измельчения угля на тепловых электростанциях // Труды Международного семинара «Проблемы и перспективы развития горной техники», - М.: Изд-во МГТУ, 1995, С. 128-131.

2. Гетопанов В.Н., Берлявский Г.П., Полосин Д.Ю. Определение производительности оборудования для первичного измельчения смерзшегося и крупнокускового угля, поступающего на тепловые электростанции // ГИАБ №5, -М.: Изд-во МГТУ, 1998, С. 27-30.

3. Полосин Д.Ю. Обоснование рациональных параметров установки для первичного измельчения смерзшегося и круп-

нокускового твердого топлива тепловых электростанций. Канд. дисс. М.: МГТУ, 1999, 108 с.

4. Пучков Л.А., Кантович Л.И. и др. Технологические процессы и машины для измельчения смерзшегося и крупногабаритного угольного топлива. - М.: издательство МГТУ, 2003 - 144 с.: ил.

5. Кантович Л.И., Райханова Г.Е., Федоров А.А. Механизированный комплекс для измельчения смерзшегося и негабаритного угольного топлива.// Сборник научных докладов Научно-практической конференции «Научно-техническое творчество молодежи - путь к обществу, основанному на знаниях», - М.: Изд-во МГСУ, 2008, С. 174-176. **ГИАБ**

#### Коротко об авторах

Кантович Л.И. – доктор технических наук, профессор,  
Райханова Г.Е. – магистр Горного дела, аспирант кафедры ГМО,  
Московский государственный горный университет,  
Moscow State Mining University, Russia, [ud@msmu.ru](mailto:ud@msmu.ru)