

# Гидромеханическое грохочение угля на прямоугольной комбинированной поверхности

Разработана технология гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности прямоугольной формы для подготовки крупного машинного класса перед его тяжелосредним обогащением. Установлено влияние технологических, конструктивных, гидродинамических и механических параметров на эффективность подготовки машинных классов.

**Ключевые слова:** уголь, гидромеханическое грохочение, эффективность, машинные классы, виброуплотнение.

**Контактная информация:** id-jd@rambler.ru

Современные теоретические представления о физике обогащения процессов [1–4] позволяют сделать вывод о том, что наиболее высокие качественно-количественные показатели достигаются при обогащении узких классов крупности, когда соблюдается принцип однофункциональности разделительных процессов при обогащении, например каменного угля [5]. В связи с этим подготовка машинных классов становится одной из наиболее ответственных подготовительных операций на углеобогащительных фабриках.

**Актуальность и постановка задачи исследований.** Особенность процесса гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности конусной формы состоит в двухцелевом назначении этой операции, осуществляемой в одном аппарате. Первое назначение – грохочение материала, второе – обезвоживание надситного продукта. Совмещение операций в одном аппарате представляет собой сложную научно-техническую проблему, особенно при производительности оборудования 1000 т/ч. В данном случае установление закономерностей гидромеханического грохочения – актуальная задача, определяющая эффективность подготовки машинных классов из рядового угля.

**Определение влияния параметров.** Влияние параметров гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности прямоугольной формы (далее – КПП) на эффективность подготовки машинных классов определяли на агрегатной установке гидрогрохота ГГН-4,2 с неподвижной просеивающей поверхностью (далее – НПП) и инерционного грохота ГИСТ-72 с подвижной просеивающей поверхностью (далее – ППП) на ЦОФ «Комсомольская». В качестве соединительной просеивающей поверхности (далее – СПП) между ГГН-4,2 и ГИСТ-72 использовали традиционный желоб с колосниковым ситом, который крепился в конце гидромеханического грохота ГГН с возможностью изменения угла



**Д. А. ПОЛУЛЯХ,**  
канд. техн. наук  
(ГВУЗ «Национальный горный университет»)

наклона. Последний участок (около 1 м длины) сита грохота ГИСТ-72 мог изменять угол наклона до 20°.

Надситный продукт гидрогрохота ГГН-4,2, представляющий собой крупный машинный класс +13 мм, направляется на соединительную просеивающую поверхность, где под действием силы тяжести происходит его контрольное грохочение по крупности 13 мм и где осуществляется торможение потока в результате его расширения и отрицательного (по отношению к НПП) угла наклона.

Надситный продукт с СПП со скоростью около 0,5 м/с поступает на грохот ГИСТ-72 для окончательного грохочения и обезвоживания. В целях улучшения обезвоживания надситного продукта путем его уплотнения и выдавливания воды последние две секции просеивающей поверхности устанавливаются с отрицательным углом наклона с помощью клиньев.

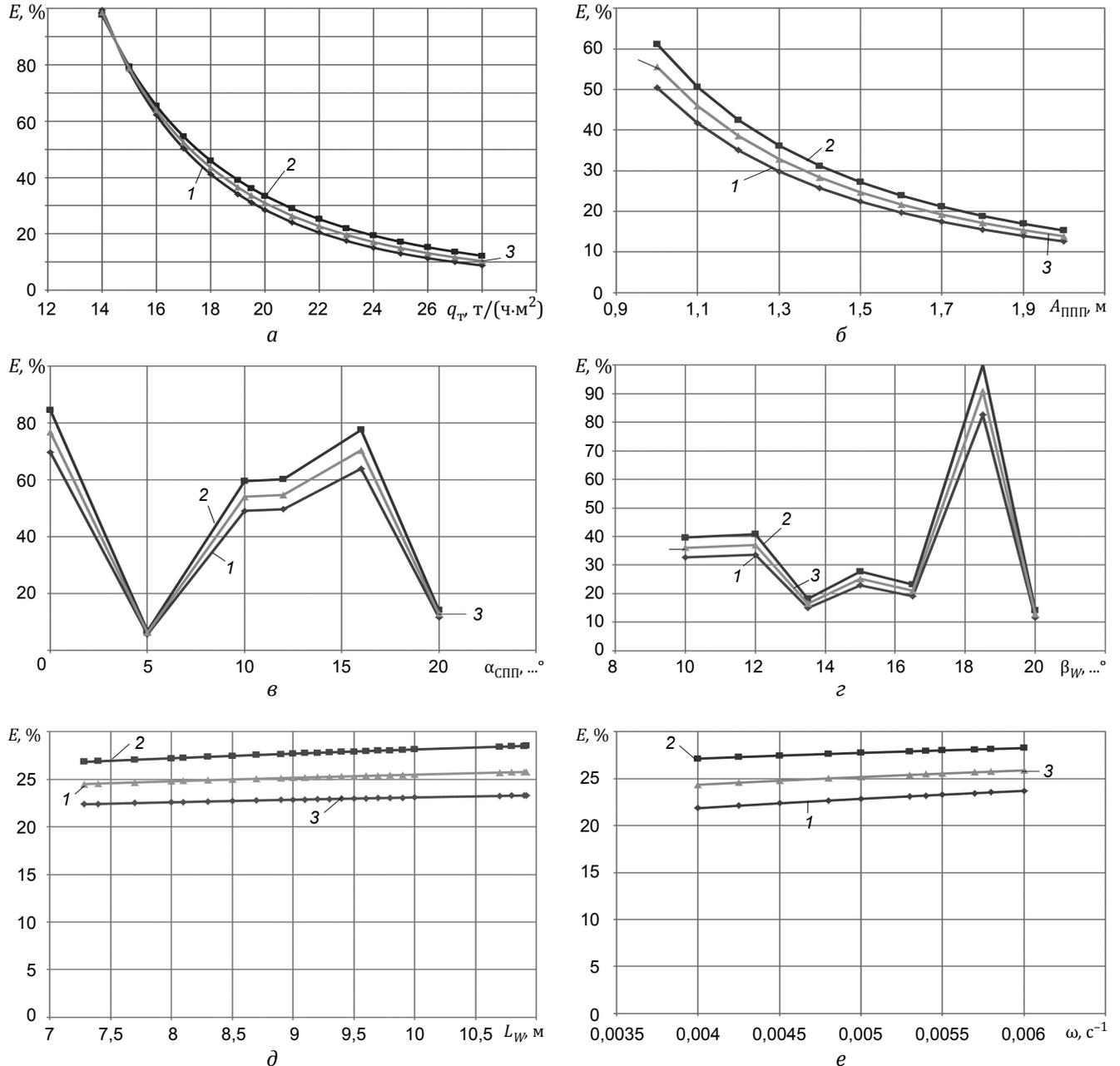
В соответствии с условиями ЦОФ «Комсомольская» основные изменяющиеся параметры процесса подготовки машинных классов: удельная нагрузка  $q_{\tau}$ , т/(ч·м<sup>2</sup>); удельный расход воды  $q_{\nu}$ , м<sup>3</sup>/т; длина КПП  $L_{\text{КПП}}$ , м; амплитуда колебаний ППП  $A_{\text{ППП}}$ , м;

## ОБОГАЩЕНИЕ И КАЧЕСТВО УГЛЯ

частота колебаний ППП  $\omega, \text{с}^{-1}$ ; угол наклона участка обезвоживания ППП  $\beta_{\text{ППП}}, \dots^\circ$ ; угол наклона СПП  $\alpha_{\text{СПП}}, \dots^\circ$ ; длина участка обезвоживания  $L_{\text{ППП}}, \text{м}$ .

При этом остальные параметры оставались постоянными и имели следующие значения: размер отверстий щели  $d_{\text{щ}} = 13 \text{ мм}$ ; угол накло-

на НПП  $\alpha_{\text{НПП}} = 30^\circ$ ; угол наклона ППП  $\alpha_{\text{ППП}} = 5^\circ$ ; соотношение  $L_{\text{НПП}}/L_{\text{ППП}} = 0,6$ ; начальную скорость потока материала перед НПП  $v_{\text{Н}} = 3,5 \text{ м/с}$ ; длину СПП  $L_{\text{СПП}} = 1,3 \text{ мм}$ ; средний диаметр исходно-го рядового угля  $d_{\text{ср}} = 19 \text{ мм}$ ; напор воды  $H = 0,25 \text{ МПа}$ ; плотность воды  $\delta_{\text{в}} = 1 \text{ т/м}^3$ .



**Рис. 1.** Зависимость эффективности процесса: а – от удельной нагрузки; б – от амплитуды колебаний ППП; в – от угла наклона СПП; г – от угла наклона участка обезвоживания ППП; д – от длины участка обезвоживания; е – от частоты колебаний ППП: 1 –  $E_{\text{Г}}$ ; 2 –  $E_{\text{О}}$ ; 3 –  $E_{\text{ПМК}}$ .

Исходя из изложенного и используя данные [7] эффективности процессов грохочения  $E_r$  и обезвоживания  $E_o$ , по критериальным уравнениям можно определить:

$$E_r = 5,8 \left( \frac{q_r}{\delta \sqrt{g d_{\text{щ}}}} \right)^{-3,5} \left( \frac{q_b L_{\text{КПП}}}{\delta_b d_{\text{щ}}} \right)^{0,1} \left( \frac{A_{\text{ППП}} \omega_{\text{ППП}}^2}{g} \right)^{0,2} \left( \frac{d_{\text{ср}} L_W \sin \beta_W}{d_{\text{щ}}^2 \cos \alpha_{\text{СПП}}} \right)^{-2}, \quad (1)$$

$$E_o = 5 \left( \frac{q_r}{\delta \sqrt{g d_{\text{щ}}}} \right)^{-3} \left( \frac{q_b L_{\text{КПП}}}{\delta_b d_{\text{щ}}} \right)^{0,15} \left( \frac{A_{\text{ППП}} \omega_{\text{ППП}}^2}{g} \right)^{0,1} \left( \frac{d_{\text{ср}} L_W \sin \beta_W}{d_{\text{щ}}^2 \cos \alpha_{\text{СПП}}} \right)^{-2}. \quad (2)$$

Исходя из условий экспериментальных исследований переменными параметрами являются  $q_r$ ,  $q_b$ ,  $A_{\text{ППП}}$ ,  $\omega_{\text{ППП}}$ ,  $L_{\text{КПП}}$ ,  $\beta_W$ ,  $\alpha_{\text{СПП}}$ ,  $L_W$ , что соответствует восьмифакторному эксперименту. Матрица планирования восьмифакторного эксперимента приведена в работе [6].

Уравнения (1) и (2) действуют при следующих ограничениях:

$$\begin{aligned} 14 \leq q_r \leq 28 \text{ т/(ч}\cdot\text{м}^2); & \quad 12,25 \leq \omega_{\text{ППП}} \leq 15,58 \text{ с}^{-1}; \\ 0,9 \leq q_b \leq 1,5 \text{ м}^3/\text{т}; & \quad 7,28 \leq L_{\text{КПП}} \leq 10,92 \text{ м}; \\ 1 \leq L_W \leq 2 \text{ м}; & \quad 10 \leq \beta_W \leq 20^\circ; \\ 4 \leq A_{\text{ППП}} \leq 6 \text{ мм}; & \quad 0 \leq \alpha_{\text{СПП}} \leq 20^\circ. \end{aligned}$$

Эффективность процесса по результатам экспериментов в зависимости от удельного расхода воды и длины КПП возрастает слабо.

Из данных, приведенных на рис. 1, а, следует, что зависимость эффективности процесса от удельной нагрузки убывает по экспоненте. Значение изменения амплитуды колебаний ППП, приведенной на рис 1, б, обратно пропорционально изменению эффективности процесса. Из анализа зависимости, показанной на рис. 1, в, видно, что эффективность процесса от угла наклона соединительной поверхности имеет вид сложной кривой с двумя максимумами при 0 и 16° наклона, наличие минимума эффективности при 5° объясняется турбулентным завихрением при попадании потока на преграду.

Из анализа данных, приведенных на рис. 1, г, следует, что зависимость эффективности процесса от угла наклона участка обезвоживания ППП имеет вид сложной кривой, интервал наклона ППП от 10 до 17° характеризуется высокой турбулентностью потока, встречающего препятствие. С увеличением данного угла происходит ламинаризация потока, зависимость принимает вид, близкий к параболе с максимумом при угле в 19°, при дальнейшем увеличении

угла наклона ППП движение потока постепенно останавливается.

Зависимости эффективности процесса от длины участка обезвоживания и частоты колебаний ППП, приведенные на рис. 1, д и е также пропорционально возрастают.

**Выводы.** 1. Разработана технология гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности прямоугольной формы для подготовки крупного машинного класса перед его тяжелосредным обогащением.

2. Установлено влияние технологических, конструктивных, гидродинамических и механических параметров процесса гидромеханического грохочения угля на комбинированной просеивающей поверхности прямоугольной формы на эффективность грохочения, относительную эффективность обезвоживания и эффективность подготовки машинных классов перед тяжелосредным обогащением.

3. Засорение надситного продукта составляет 4,6 %, в том числе классом 0–1 мм – 0,5 %, влажность – 7,8 %, при этом эффективность грохочения – 90,2 %, относительная эффективность обезвоживания – 84,2 %, эффективность подготовки машинного класса – 75,9 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Полулях О. В. Обоснование диапазонов крупности машинных классов при обогащении угля: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.08 / О. В. Полулях. – Днепропетровск: Нац. горн. ун-т, 2011. – 167 с.
2. Шевченко Г. А. Развитие научных основ процессов вибрационного перемещения и разделения минерального сырья в жидкости на колеблющейся поверхности: дис. ... доктора техн. наук: 05.05.06 / Г. А. Шевченко. – Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины, 2011. – 523 с.
3. Keles S. Development of the Centrifugal Dewatering Technology: Proceedings XVI international Coal Preparation Congress / S. Keles, T. Egtec, P. Bethell. – Littleton (USA): SME, 2010. – P. 488–495.
4. Полулях А. Д. Обогащение рядового угля пятью машинными классами / А. Д. Полулях // Уголь Украины. – 1999. – № 5. – С. 49–50.
5. Кирнарский А. С. Принцип однофункциональности разделительных процессов при обогащении каменного угля / А. С. Кирнарский // Уголь. – 2012. – № 5. – С. 92–94.
6. Полулях А. Д. Практикум по расчетам качественно-количественных и водно-шламовых схем углеобогащительных фабрик: учебн. пособие / А. Д. Полулях, П. И. Пилов, А. Е. Егурнов. – Днепропетровск: Нац. горн. ун-т, 2007. – 504 с.
7. Полулях А. Д. Гидрогрохочение углей / А. Д. Полулях. – Днепропетровск: ПП Шевелев Е. А., 2010. – 326 с.