

ВЪРХУ ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА ВИБРАЦИОННИТЕ ЧЕЛЮСТНИ ТРОШАЧКИ

Кристиян Цветков, Юлиян Димитров, Живко Илиев

Минно-геоложки университет "Св.Ив.Рилски", 1700 София, juldim@abv.bg, kho@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. В работата се разглежда влиянието на честотата на трептене на подвижната челюст на вибрационната трошачка върху производителността. Взема се под внимание действието на гравитационните сили, силите на триене и тези от преносното движение в процеса на разтоварване на материала от зоната на трошене.

Направена е оценка за влиянието на различните фактори върху честотата на трептене на подвижната челюст и върху техническата производителност на трошачката.

ON THE CAPACITY OF THE VIBRATIONAL JAW CRUSHER

Kristian Tsvetkov, Julian Dimitrov, Zhivko Iliev

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, juldim@abv.bg, kho@mgu.bg

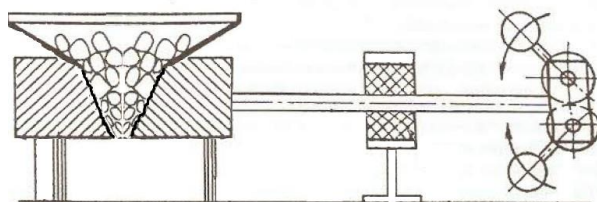
ABSTRACT. The present paper examines the impact of the frequency of oscillation of the movable vibrational jaw crusher productivity. Take into account the effect of gravitational forces, frictional forces and those of the transmission traffic in the process of unloading the material from the crushing zone. An assessment of the impact of various factors on the oscillation frequency of the movable jaw and the crusher technical capacity.

Въведение

Производителността на челюстната трошачка е най-важният ѝ технологичен показател, с който тя участва в производствения процес при раздробяването на минералните суровини.

Трошенето на материала при челюстните трошачки се извършва в клиновидно вертикално пространство, образувано между подвижната и неподвижната челюст, което е отворено отгоре – за постъпване на материала, и отдолу – за разтоварването му. Движението на материала в зоната на трошене става под действие на собственото му тегло. Движението на подвижната челюст осъществява работния процес: като при приближаването ѝ към неподвижната челюст се извършва разтрошаването на материала, а при отдалечаването ѝ – разтоварването на готовия продукт. Изследване върху производителността на челюстните трошачки с просто движение на подвижната челюст (система Блек) е направено в Цветков и Димитров (2012).

В този материал се обсъжда производителността на вибрационните челюстни трошачки. Отличителната особеност на конструкцията на вибрационните челюстни трошачки е непосредствената връзка на подвижната челюст с vibrator посредством еластичен, метален вълновод (фиг.1). Под действието на вибрационните сили в челюстите на трошачката възникват надлъжни и други сложни вибрации. Амплитудата на трептенето на челюстите се определя от параметрите на възбуждащия вълновод.



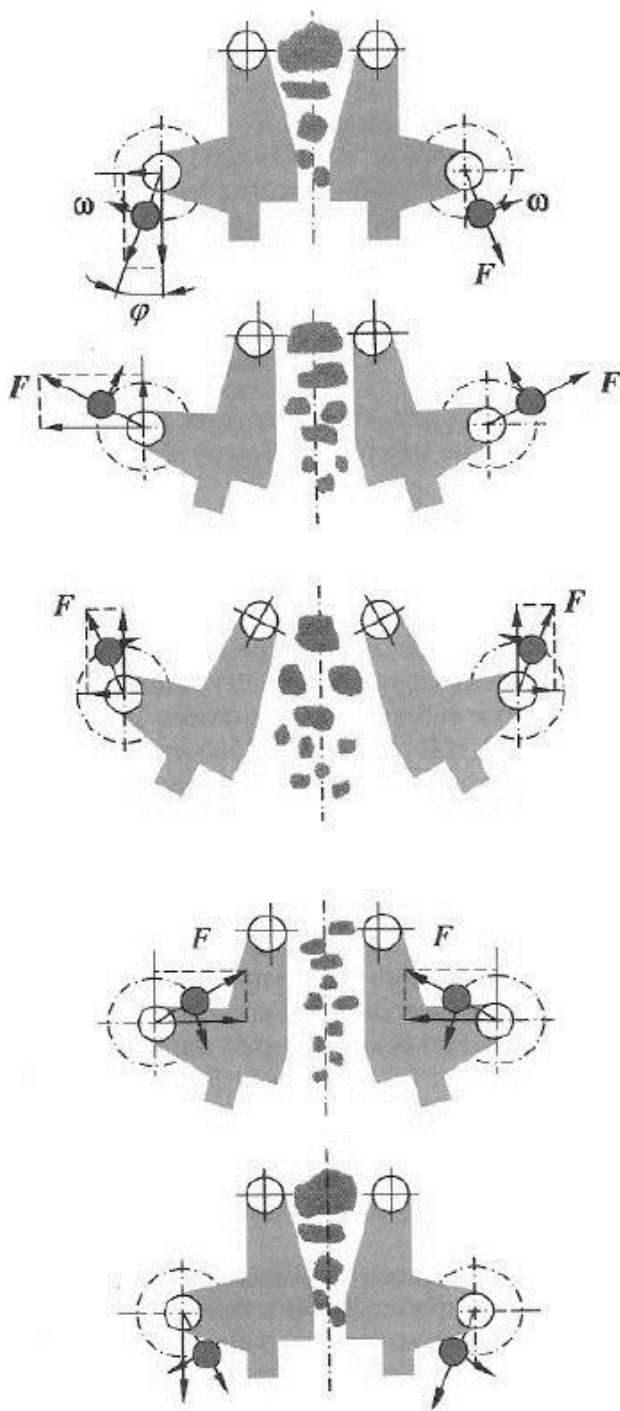
Фиг. 1. Пинципна схема на вибрационна челюстна трошачка

Ударно-вибрационната трошачка се характеризира с висок скоростен режим, има по-интензивно разтоварване на раздробения материал. Това се осигурява чрез съгласувано движение на челюстите отгоре надолу в момент на тяхното разтваряне.

Прилагането на дебалансираща система, действаща на челюстите на трошачката, дава възможност за създаване на практически неограничени усилия в работната област. Тези усилия се ограничават само от якостта на машината. Честотата на въздействие е от порядъка на 1000 – 1500 импулса за минута. При реализацията на машината е заменено кинематичното въздействие на ексцентрика с инерционна връзка – вълновод, който предава вибрационното въздействие. Това техническо решение значително опростява конструкцията. Използва се явлението самосинхронизация на vibratorите, което снижава масата и размерите на съоръжението.

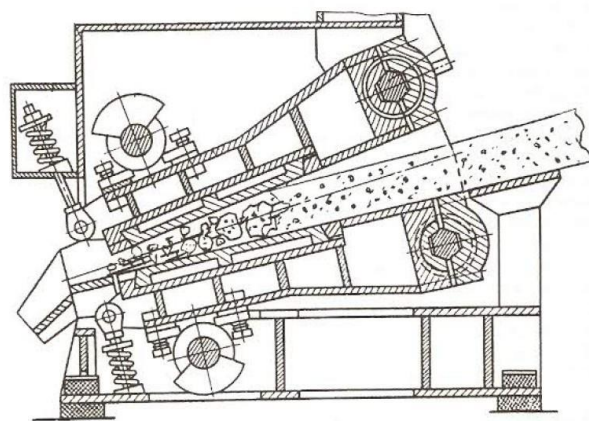
Принципът на работа на вибрационната трошачка е представен на фиг.2. При завъртане на дебаланса на даден ъгъл, центробежната сила предизвиква разтваряне

на челюстите. В следващ момент се произвежда удар на челюстите върху материала. При един пълен цикъл се осъществява разтрошаване на материала и последващо освобождаване на готовия продукт.



Фиг. 2. Принцип на работа на вибрационна челюстна трошачка

На фиг. 3 е дадена схемата на един специален вид вибрационна трошачка, при която работната камера е почти хоризонтална (Вайсберг и др., 2004).



Фиг. 3. Пример на вибрационна трошачка със специално предназначение

Ако в обичайните трошачки разтоварването на продукта се осъществява за сметка на гравитационните сили, то в тази машина разтоварването е за сметка на импулсите, предизвикани от раздробявания материал. Представената на фиг. 3 трошачка е предвидена за разтрошаване на железобетонни блокове. Двете челюсти на трошачката са подвижни, като върху тях се въздейства синхронно от дебалансиращи вибратори. Окачването на трошачката представлява комбинирана еластична система.

Аналитични изследвания

За разлика от обикновените челюстни трошачки, височината на призмата на попадане на раздробения материал се определя не само от разстоянието, изминато от материала при свободно падане за времето на отваряне на челюстите, но и от частта от пътя, изминат от челюстите относно движещия се материал.

Относителното преместване на материала спрямо трошачката $y_{ОГН}$ се определя по формулата (Вайсберг и др., 2004):

$$y_{ОГН} = \frac{1}{2}gt^2 + \frac{2F}{M_{ТР}w^2}, \quad (1)$$

където

F - силата, приложена от вибратора;

$M_{ТР}$ - масата на трошачката;

w - честотата на вибратора и

g - земното ускорение.

Обработваният материал изминава допълнителен път $y_{ДОП}$, определен от скоростта, която придава на материала трошачката в момента на разтваряне на челюстите

$$y_{ДОП} = \frac{2Ft}{M_{ТР}w}. \quad (2)$$

Тук $\frac{2F}{M_{TP}w}$ е скоростта, която трошачката придава на

материала в посока на разтоварване.

По този начин общият път, изминат от материала за времето на разтваряне на челюстите, който представлява височината на призмата на попадане е

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + \frac{2F}{M_{TP}w^2} + \frac{2Ft}{M_{TP}w} \quad (3)$$

Формулата дава възможност да се оцени пропускателната способност и работната област на трошачката.

Теоретично производителността Q може да бъде представена с формулата

$$Q = kyn, \quad (4)$$

където

k е коефициентът за пълнота на призмата на попадане;

y - общият път, изминат от материала;

n - броят на циклите на разтваряне на челюстите за единица време.

Пресмятане на производителността на трошачката

При пресмятането на производителността на трошачката по формула (4) е прието, че материалът се разтоварва от трошачната камера съгласно закона (фиг. 4).

$$h = \frac{1}{2}gt^2, m, \quad (5)$$

където

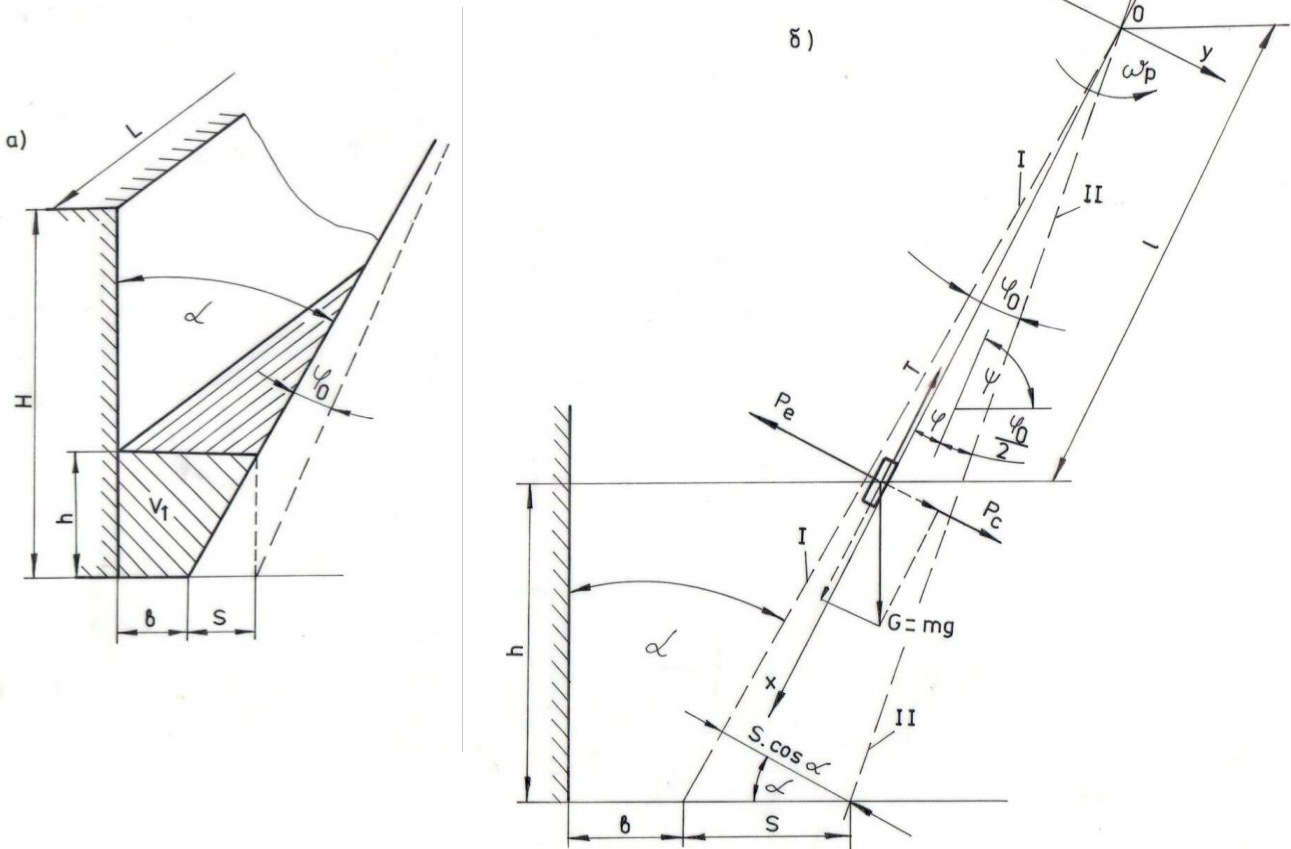
$g, [m/s^2]$ е земното ускорение;

h - височината на основата на разтоварената призма, m ;

$t = \frac{30}{n}$ - времето равно на половината период на

колебанието на подвижната челюст;

n - честотата на дебалансиращият вибратор.



Фиг. 4. Схема за определяне честотата на трепене и производителността на челюстна трошачка с просто движение на подвижната челюст

Разтоварването на разтрошения материал от работната камера на трошачката е възможно само по времето на обратния ход на подвижната челюст. При симетричен цикъл на движение това време ще бъде

$$Z = \frac{1}{2Z_T}, s, \quad (6)$$

където Z_T е теоретичният брой трепения на подвижната челюст, s^{-1} .

Скоростта, която придобива раздробения материал се определя от формула (2):

$$\dot{y} = \frac{2F}{M_{TP}w}. \quad (7)$$

Определя се преместването на трошачката в опорните пружини

$$y_0 = \frac{2F}{M_{TP}w^2}. \quad (8)$$

Общото преместване на раздробения материал Y се определя съгласно формула (3).

Обемът на работното пространство при един цикъл се определя с

$$V = L(2b + s)Y. \quad (9)$$

Производителността на трошачката се определя с

$$Q = 60V\mu n, \quad (10)$$

където

μ е коефициентът на разбухване;

γ - плътността на раздробявания материал и

n - честотата на дебалансиращия вибратор.

Разглеждаме частичката като релативно движение върху трептящата равнина при наличието на сили на триене. С достатъчна за практиката точност може да се приеме, че трептеливото преносно движение на подвижната челюст се извършва по закона (фиг. 4):

$$\varphi = \frac{1}{2} \varphi_0 \sin \omega t, \quad (11)$$

$$\text{където: } \varphi_0 = \frac{s \cos \alpha}{l + h / \cos \alpha}; \quad (12)$$

$$\omega = 2\pi Z_T. \quad (13)$$

В такъв случай скоростта и ускорението на преносното движение ще бъдат съответно:

$$\left. \begin{aligned} \omega_p &= \dot{\varphi} = \frac{1}{2} \varphi_0 \cos \omega t; \\ \varepsilon_p &= \ddot{\varphi} = -\frac{1}{2} \varphi_0 \omega^2 \sin \omega t. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Законът на движение на частичката ще се определи от уравнението:

$$m\ddot{x} = G \cos \alpha - \mu N, \quad (15)$$

където N е нормалната реакция между частичката и подвижната челюст. Едно решение на (15) е дадено в Цветков, Димитров (2012).

Законът за движение на частичката се представя чрез уравнение 15 само когато реакцията $N > 0$. При $N < 0$ подвижната челюст се движи по закона на преносното движение, а частичката пада свободно. Тъй като свободното падане на частичката ѝ осигурява най-бързо разтоварване, то очевидно условието, при което $N \leq 0$, е по-благоприятно, т.е.

$$G \sin \alpha + P_c \leq P_e. \quad (16)$$

Получава се

$$g \sin \alpha \leq \frac{1}{2} l \omega^2 \varphi_0 \sin \omega t - \varphi_0 \dot{x} \omega \cos \omega t. \quad (17)$$

Частичката получава възможност за движение когато подвижната челюст започва обратния си ход и силата на притискане на частичката между челюстите е нула. Тогава $\dot{x} = 0$, $\omega t = \pi/2$, а неравенството 17 добива вида

$$g \sin \alpha \leq \frac{1}{2} l \varphi_0 \omega^2. \quad (18)$$

Съгласно Цветков, Димитров (2012) получаваме

$$k = \frac{l \varphi_0 \omega^2}{2g \sin \alpha} = \frac{\pi^2 l}{4(l + h \cos \alpha)} \quad (19)$$

При челюстните трошачки $h / \cos \alpha < 0,1l$, следователно формула 17 ще добие вида:

$$k \geq \frac{\pi^2}{4,4}. \quad (20)$$

Анализ на получените резултати

Зависимост 18 показва, че в момента на започване на разтоварването на частичката, ускорението от преносното движение е повече от 2 пъти по-голямо от съответната компонента на земното ускорение, т.е. още в началния момент на движението контактът между частичката и подвижната челюст е нарушен и частичката се намира в условията на свободно падане. Аналогично, както в Цветков, Димитров (2012) се доказва, че всяко намаляване на честотата на трептене на подвижната челюст с полупериод $t_1 < t_2$ ще доведе до контакт на челюстта с частичката преди последната да е напуснала трошачната камера. Поради това, че вибрационните трошачки работят с много по-голяма честота, този извод няма практическа стойност. Изведените зависимости от (11) до (20) могат да се използват за определянето на закона за движение на частиците на обработвания материал и при вибрационните трошачки.

В работата се разглежда главно влиянието на честотата на трептене на подвижната челюст на вибрационната трошачка върху производителността. Отчита се влиянието на различните сили, действащи на частичките от разтрошавания материал, при движението им върху подвижната челюст. Взема се под внимание действието на гравитационните сили, силите на триене и тези от преносното движение в процеса на разтоварване на материала от зоната на трошене.

Литература

- Алехин, А. Г., И. Л. Водольянов и Б. В. Клушанцев, 1971. *Влияние кинематики щековой дробилки на срок службы и характер износа дробящих плит*. Строительные и дорожные машины №10.
- Андреев, С.Е., В. В. Зверевич и В. А. Перов, 1980. *Дробление измельчение и грохочение полезных ископаемых*. М., Недра.
- Быховский И.И., 1968. *Основы теории вибрационной техники*, Машиностроение, Москва.
- Вайсберг Л.А, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин, 2004. *Вибрационные дробилки, Основы расчета, проекти-*

- рования и технологического применения*, Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ.
- Миклашевский Е., Н. Мельгунов, 1960. *Вибрационные строительные машины*, Прфтехиздат.
- Рыжиков, Р.К., 1977. *Расчет пропускной способности дробилки крупного дробления*. Строительные и дорожные машины № 6.
- Цветков, Х. К., 1978-1979. *Кинематични особености на челюстни трошачки със сложно движение на подвижната челюст*. Годишник на ВМГИ, т. XXV, св. 1
- Цветков, К.Х., 2007. *Видове конструкции и технологично пресмятане на челюстни и конусни трошачки*. С.
- Цветков, К.Х., 1988. *Обогатителни машини*. Техника, С.
- Цветков, К., Ю. Димитров, 2012. *Върху производителността на челюстните трошачки с просто движение на подвижната челюст*, Годишник МГУ.
- Чешанков, Б. И. и Х. К. Цветков. 1980. *Някои особености при задвижването на челюстни трошачки с просто движение на подвижната челюст*. Машиностроение № 1, С.
- Höffe, K., 1985. *Zerkleinerungs – und Klassiermaschinen* Leipzig.