

ПРИБЛИЗИТЕЛЕН МЕТОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ МОЩНОСТТА НА ДВИГАТЕЛИТЕ НА ЧЕЛЮСТНИТЕ ТРОШАЧКИ ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ЕДРО ТРОШЕНЕ

Теодора Христова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, teodora@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Често в минните предприятия и строителните компании се случва да бъде доставена челюстна трошачка втора употреба с липсващи задвижващ двигател и документация. Тогава се налага на служителите без квалификация в областта на обогатителните машини да определят какъв двигател е необходим на машината за съответните специфични качества на материала, който ще бъде трошен. Ремъчните шайби и междуосовото разстояние помагат да се определят оборотите на двигателя, но за изчисление на мощността му се изисква квалификация в съответната област. В настоящата статия се прави опит да бъде улеснен начинът за определяне на необходимата мощност на двигателя без да е необходима допълнителна квалификация на персонала. Разгледани са две от най-известните методики, по които се определя мощността на тези машини и е избрана подходящата. На базата на това е създадена графика, по която лесно може да се реши проблемът, а накрая методиката е проверена и показва, че може да бъде използвана.

APPROXIMATE METHOD FOR DETERMINATION OF ENGINE POWER OF JAW CRUSHERS FOR COARSE

Teodora Hristova

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

ABSTRACT. Often second hand jaw crushers with missing engine and documentation are delivered to mining and construction companies. In such cases it is necessary employees without qualification in the field of mineral processing machines to determine which engine is required for the machine in respect of the specific properties of the material for crushing. Belt pulleys and distance between axes help to define the engine speed, but the calculation of its power requires qualifications in the field. This article is an attempt to facilitate the way to determine the required engine power without necessity of additional staff training. Here are discussed two of the most popular methods for determination of the power of these machines and the more appropriate one is chosen. On this basis is established a schedule, on which the problem can be easily solved, and finally the methodology is tested and it shows its relevance.

Keywords: jaw crusher, power, first stage crushing.

Въведение в проблема

Натоварването на двигателите на челюстните трошачки при работа [Олевский, 1953] зависи от много фактори, част от които не могат да бъдат отчетени. Например, не може да бъде предвидена едрината на рудните късове, постъпващи в трошачките, както и дали в тези късове има вътрешни пукнатини и дефекти. Това обяснява защо до момента не е създадена точна теоретична формула, позволяваща да бъде определена мощността за задвижване на трошачките.

Един от начините за определяне на мощността се приема по формулата за извършената работа съгласно теорията на еластичността [Минин, 2012]:

$$A = \frac{\sigma_{CM}^2 \cdot V}{2 \cdot E}, J \quad (1)$$

където:

- A - работа за еластична деформация на телата, J ;

- σ_{CM} - напрежение на разрушаване на смачкване на материала (Таблица 1), N / m^2 ;

- V - обем на рудния къс, m^3 ;

- E - модул на еластичност при натиск (Таблица 1), N / m^2 .

Естествено, с увеличаване на степента на трошене се увеличава и работата. За това Ливенсон [Пономарев, 2008] замества V с разликата на обемите на постъпилия и разтрошен продукт:

$$V = \frac{\pi \cdot B}{6} (D^2 - d^2), \quad (2)$$

където:

- B - широчината на приемния отвор на трошачката, m ;

- D - максималният диаметър на постъпващите късове (Фиг.1), m ;

- d - максималният диаметър на разтрошените късове (Фиг.1), m .

В такъв случай работата при един ход на подвижната челюст е:

$$A = \frac{\sigma^2 \cdot \pi \cdot B}{12 \cdot E} (D^2 - d^2), J \quad (3)$$

Таблица 1.

Плътност, напрежение на разрушаване и модул на еластичност при натиск на минералите

Минерал	$\rho, t/m^3$	$\sigma, N/m^2$	$E, N/m^2$
Мек варовик	1,4	$5 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{10}$
Твърд варовик	2,7	$11 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{10}$
Пясъчник жълт	2	$6,5 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{10}$
Пясъчник сив	2,7	$11 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^{10}$
Шисти глинести	1,2	$4,5 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^{10}$
Порфир	2,7	$21 \cdot 10^7$	$7,4 \cdot 10^{10}$
Диабаз	2,7	$22 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^{10}$
Базалт	2,8	$25 \cdot 10^7$	$7,7 \cdot 10^{10}$
Мрамор	2,8	$10 \cdot 10^7$	$6,3 \cdot 10^{10}$
Гранит едрозърнест	2,7	$13 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^{10}$
Гранит ситнозърнест	3,3	$19 \cdot 10^7$	$6,5 \cdot 10^{10}$

Съответно при един оборот на ексцентриковия вал, разходът на мощност на трошачката ще бъде:

$$N_{ДВ} = \frac{\sigma^2 \cdot \pi \cdot n \cdot B (D^2 - d^2)}{12 \cdot E \cdot 1000 \cdot 60} = \frac{\sigma^2 \cdot \pi \cdot n \cdot B (D^2 - d^2)}{2,29 \cdot E \cdot 10^6}, kW \quad (4)$$

Друг начин за определяне на необходимата мощност на двигателя на челюстната трошачка е тя да се изчисли чрез производителността и едрината на постъпващия и готов продукт, съгласно хипотезата на Бонд.

Необходимата мощност на трошачките на фирма „Алис – Чалмър“, например, е пресметната съгласно хипотезата на Бонд с помощта на индекса на Бонд. Той представлява относителната енергопоглъщаемост на рудите и е определен на базата на резултати от експерименти. Тогава изразходваната енергия за разтрошаване на един тон руда ще бъде:

$$W = k_{CT} \left(\frac{10w_i}{\sqrt{d_t}} - \frac{10w_i}{\sqrt{D_t}} \right), kWh/t, \quad (5)$$

където:

- w_i - индекс на Бонд, kWh/t ;
- d_t - размери на квадратните отвори на ситото, през което преминават 80% от готовия продукт (Фиг.1), m ;
- D_t - размери на квадратните отвори на ситото, през което преминават 80% от постъпващия в трошачката продукт (Фиг.1), m ;
- k_{CT} - коефициент, отчитащ стадия на трошене; за едро трошене $k_{CT} = 0,75$.

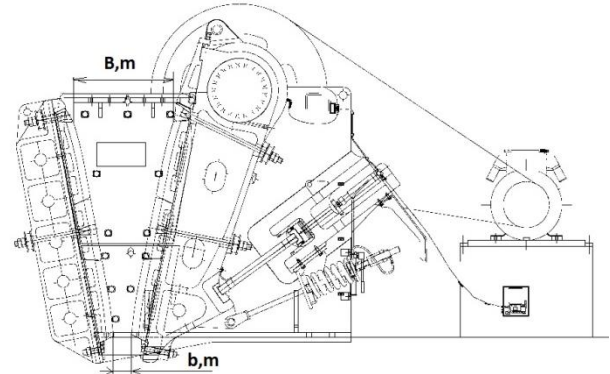
Съответно мощността на двигателя $N_{ДВ}$ се пресмята по следната зависимост:

$$N_{ДВ} = \frac{k_{CT} \cdot w_i \cdot Q}{100 \cdot \eta_M \cdot \sqrt{D_i}} \left[\sqrt{\frac{D_i}{d_i}} - 1 \right], kW \quad (6)$$

където:

Q - масова производителност, t/h ;

η_M - к.п.д. на задвижването;



$$D_i = D = 0,85B \\ d_i = d = b$$

Фиг. 1. Основни размери на челюстните трошачки използвани в методиката

Някои стойности на индекса на Бонд са показани в таблица 2.

Таблица 2.

Индекс на Бонд за някои минерали, kWh/t

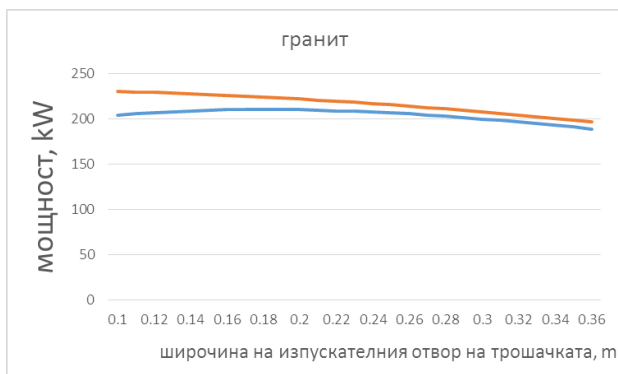
Минерал	Стойност	Средна стойност
Варовик	6–18	12
Гранит	9–25	17
Диабаз	11–27	12
Кварцит	6–28	17
Базалт	12–40	25

Тези формули са трудни за използване от хора, на които рядко се налага да прибегват до подобни изчисления, например в случаите, когато бива доставена използвана трошачка без двигател. Поради това се реши да бъде направена графика, чрез която при избрани вид и едрина на изходящия и входящ продукт за трошене лесно и с достатъчна точност да се определя необходимата мощност на двигателя на трошачката. Трябва да се има предвид, че по този начин ще може да бъде определена мощността на двигателя на челюстни трошачки, използвани само за едро трошене.

Резултати

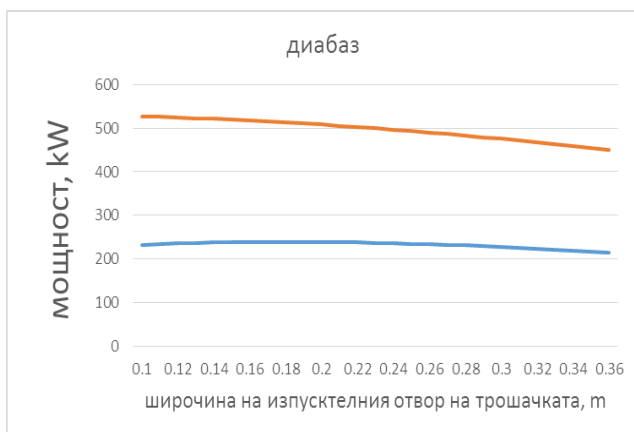
Избрани са няколко вида материали с характерни механични и физикохимични свойства (гранит, диабаз, порфир и мрамор), на които са изработени графики, показващи изменението на мощността на челюстните трошачки във функция от широчината на изпускателния отвор посредством горепосочените две методики и програмата Excel. Широчината на изпускателния отвор на

трошачката определя едрината на разтрошения продукт и е в границите от 0,1 до 0,35m. Широчината на захванващия отвор на трошачката е в границите от 1 до 1,5m и отговаря на широчината на приемния отвор на болшинството от съвременните челюстни трошачки за едро трошене, а ъгълът на захващане е 21° . Графиките са показани на фигури 2, 3, 4 и 5. Долните криви са съгласно методиката на Бонд, а горните - съгласно теорията на еластичността.

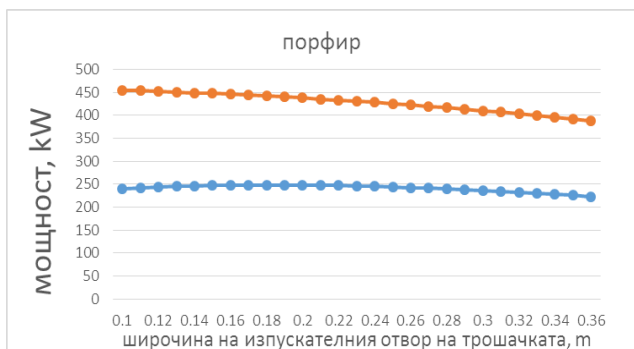


Фиг. 2. Мощност на двигателя на челюстна трошачка при трошене на гранит

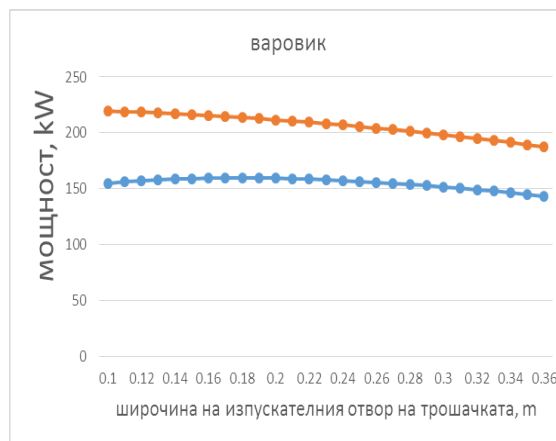
За гранита двете криви са близко една до друга и може да се каже, че и двете методики дават близки резултати. Не стоят така нещата, обаче при останалите три избрани материала - фиг. 3, 4 и 5.



Фиг. 3. Мощност на двигателя на челюстна трошачка при трошене на диабаз



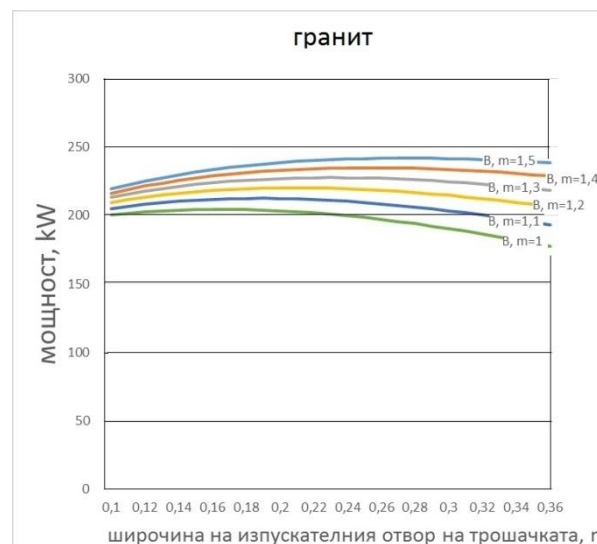
Фиг. 4. Мощност на двигателя на челюстна трошачка при трошене на порфир



Фиг. 5. Мощност на двигателя на челюстна трошачка при трошене на варовик

Графики 3, 4 и 5 показват огромна разлика в резултатите, като тези по методиката съгласно теорията на еластичността са нереално високи. Това е видно от получените стойности за мощността от порядъка на 450-500kW. Челюстни трошачки с подобни размери на приемния отвор и с толкова мощни двигатели не се предлагат на пазара. Следователно може да се приеме, че методиката на Бонд е по-удачна за определяне на инсталираната мощност на челюстните трошачки за едро трошене.

Поради това, че повечето руди имат механични и физикомеханични параметри близки или по-ниски от тези на гранита, се изработи монограма за определяне мощността на двигателите на трошачките спрямо широчината на приемния и изпускателен отвор по методиката на Бонд (фиг. 6.) за този материал.



Фиг. 6. Мощност на двигателя на челюстна трошачка при трошене на гранит при различна широчина на приемния и изпускателен отвор

Проверка на резултатите

За проверка приложимостта на графиката, показана на фиг. 5, се реши да бъдат определени мощностите на двигателите на две челюстни трошачки, използвани за едро трошене на медни руди, и да бъдат сравнени с

реалните инсталирани от завода производител. Първата е челюстна трошачка тип ТЧП15Х21 - производство Русия и работеща в ОФ "Асарел", а втората е тип СJ615:01 производство SANDVIK и работеща в рудник Челопеч. Приемните и изпускателни отвори на трошачките са както следва:

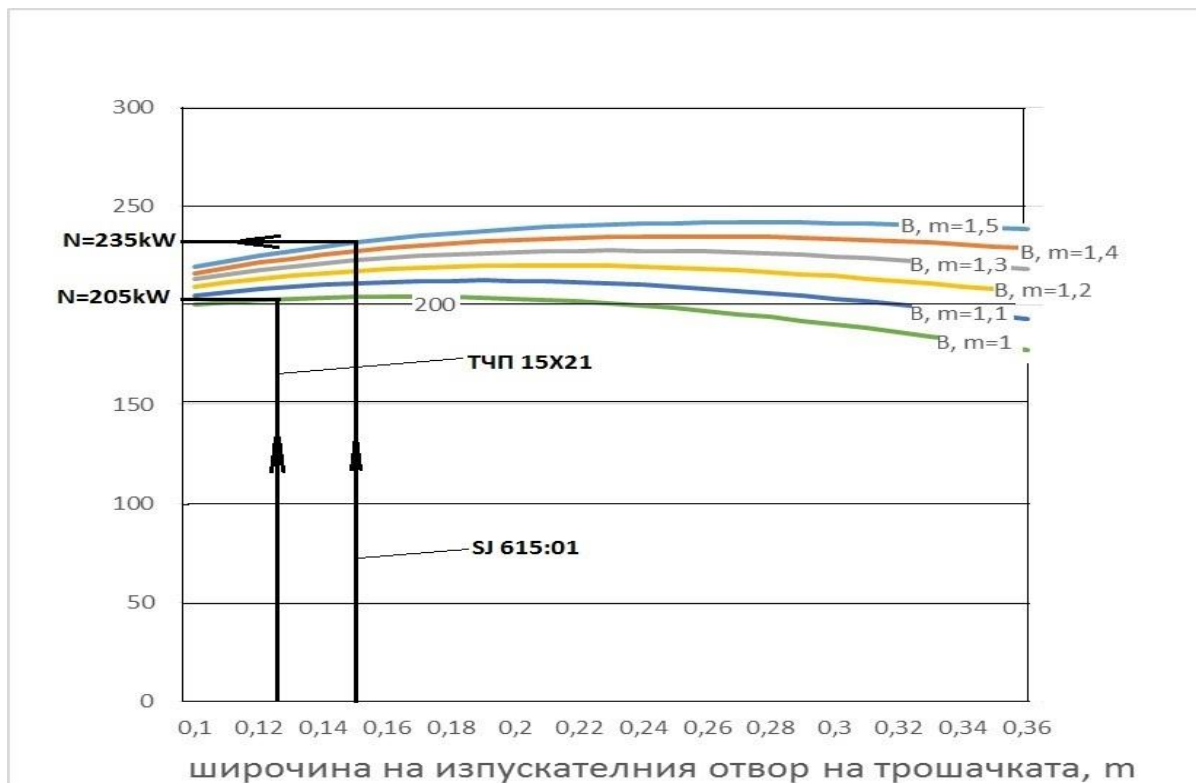
ТЧП15Х21 – В = 1,5m; b = 0,15m;

СJ615:01 – В = 1,07m; b = 0,125m.

Използвайки графиката на фиг. 6 за мощностите на трошачките получаваме (фиг. 7) съответно:

ТЧП15Х21 – N = 235kW при инсталирана реално от производителя 250kW;

СJ615:01 – N = 205kW при инсталирана реално от производителя 200kW.



Фиг. 7. Приблизително определяне на мощността на двигателя на челюстни трошачки тип ТЧП15Х21 и СJ615:01

Изводи

1. Изработената графика за приблизително определяне на мощността на трошачките може да се използва само за трошачки с широчини на приемния и изпускателен отвор в диапазона, показан на графиката (фиг. 7).

2. Наблюдава се първоначално нарастване на мощността при увеличаване на изпускателния отвор, което се дължи на това, че методиката на Бонд използва производителността като основен фактор за определяне на мощността, а при ниски стойности на широчината на изпускателния отвор производителността е минимална.

3. В показания метод не е отразен видът на трошачката (с просто или сложно люлеене на подвижната челюст), което също води до грешка, макар и минимална.

Литература

- Минин И., Техника и технологии за обогатяване на полезни изкопаеми, I част, София 2012, 217 стр.
 Олевский В.А. „Конструкции, расчеты и эксплуатация дробилок“, Металлургиздат, 1958.
 Пономарев В.Б, А.Б. Лошкарев. „Шековые и конусные дробилки“, Екатеринбург, Высшая школа, 2008.

Статията е препоръчана за публикуване от кат. „Електротехника“.