

Зависимости между якостните свойства на надвъглищните отложения и специфичните им съпротивления при копаене с роторни багери SRs 2000 в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД

Виолета Иванова

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София

РЕЗЮМЕ. Специфичното съпротивление на скалите при копаене характеризира съпротивлението им срещу внедряването в тях изпълнителни органи на различни земекопни машини. То зависи от абсолютното сечение и съотношението на параметрите на срязваната стружка, както и от скоростта на рязане, но преди всичко е физико-механична характеристика на изкопаваните скали, и поради това зависи основно от състава, строежа и свойствата им. В този смисъл установяването на достатъчно тясни зависимости между специфичното съпротивление на скалите и техните свойства може да спести продължителните и трудоемки измервания за определянето му.

В доклада са представени зависимостите между специфичното съпротивление при копаене на отложенията от откривката на рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД, изкопавани с роторни багери SRs 2000, и якостните им свойства (якост на натиск и якост на срязване), изследвани в продължение на няколко години. Взети са под внимание и данните от предишни изследвания. Всички зависимости са с коефициент на корелация над 0,8.

Установените зависимости са необходими за прогнозиране и планиране на производителността на роторните багери, както и за категоризацията на масива по условия на копаене и др. Те могат да спомогнат и избора на добивна механизация при проектиране на нови рудници, когато са натрупани данни за свойствата на скалите от предварителните инженерногеоложки проучвания, а не са провеждани експерименти за определянето на съпротивлението им при копаене.

RELATIONS BETWEEN STRENGTH PROPERTIES AND SPECIFIC RESISTENCE OF DIGGING OF COAL COVER ROCKS WHEN USING BUCKET WHEEL EXCAVATORS SRs 2000 AT "MARITZA EAST" Ltd OPENCAST MINES

ABSTRACT. Specific digging resistance of coal cover rocks is characterized by their resistance against intrusion of the actuator of different digging machines. It is dependent by absolute cross section and parameters of cut sickle, shearing speed and in general by the physical and mechanical characteristic of overburden rock - their structure, composition and properties. In this sense, establishment of sure relations between strength properties of rocks and their digging resistance could lead to avoidance of long lasting, expensive and laborious measurements for its determination.

The article establish relations between strength properties (compressive and shear strength) and specific digging resistance of cover rocks when using bucket wheel excavators SRs 2000 in "Maritza East" opencast mines. They are obtained as a result of several year investigations. All previous executed investigations are taken into account too. All results obtained are with correlation coefficient higher than 0,8.

Established relations are necessary for prognostication and planning the output of bucket wheel excavators, elaboration of specific resistance rock mass classification e. t. c. They could be helpful at the most proper new equipment choice, designing new opencast mines in similar geological conditions when enough information for rock properties is compiled, but experimental establishment of specific digging resistance of rock is not possible.

Специфичното съпротивление на скалите при копаене е важна характеристика на масива, изземван със земекопни машини. То е основен показател за категоризиране на скалите по условия на копаене и е пряко свързано с производителността на машините. Характеризира съпротивлението на скалите срещу внедряването в тях изпълнителни органи. При работа с роторни багери зависи от абсолютното сечение и съотношението на параметрите на срязваната стружка, както и от скоростта на рязане. Преди всичко обаче специфичното съпротивление на скалите при копаене е физико-механична характеристика на изкопаваните скали, и поради това зависи основно от състава, строежа и свойствата им. Определя се чрез силата, необходима за срязване на стружка с единица сечение - K_F , или с единица режещ контур - K_L .

Методиките за определянето му се базират на директно измерване на усилията на рязане на багерите или на измерване на консумираната мощност на двигателя, който задвижва копаещия орган. В статията са използвани данни

за K_F , получени експериментално по втория, индиректен метод, базиращ се на съществуващите аналитични връзки между специфичното съпротивление на скалите при копаене, параметрите на срязваната стружка, мощността на роторния двигател и производителността на роторните багери SRs 2000, работещи на откривните хоризонти в рудниците на "Мини Марица изток" ЕАД. Тази методика изисква продължителни и трудоемки промишлени експерименти, по време на които се зеснема геоложкия профил на забоя, опробват се изграждащите го литоложки разновидности и се изследват лабораторно свойствата им (Стоева, Иванова и др. 1990-1997; Иванова 2000). Въз основа на получените при експериментите данни за физико-механичните показатели на надвъглищните отложения беше създадена инженерногеоложка класификация на дисперсните и споени литоложки разновидности от откривката в Източномаришкия въглищен басейн (Иванова, 2000). Установени бяха и достатъчно тясни зависимости между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостните им свойст-

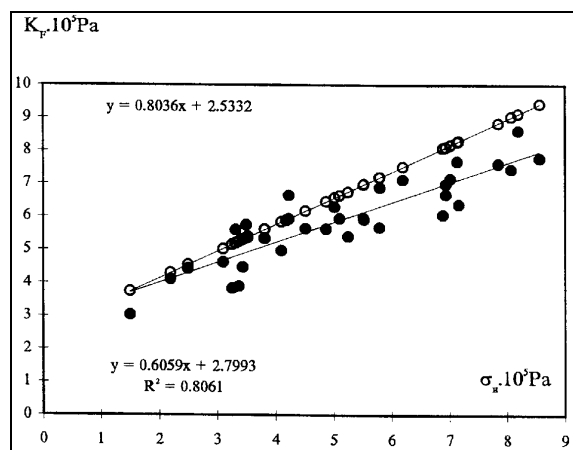
ва (Иванова, 2000), които спестяват експерименталното му определяне.

За рудниците на Марица изток такива зависимости са търсени и от други автори (Иванов, Шейретов и др., 1968). Установената от тях зависимост е между специфичното съпротивление на скалите при копаене K_f и якостта на натиск σ_n , определена емпирично чрез ъгъла на вътрешно триене φ и кохезията c :

$$\sigma_n = 2 \cdot c \cdot \operatorname{tg}(45 + \varphi/2) \quad (1)$$

Зависимостта е праволинейна и има коефициент на корелация $r=0,91$.

Обобщаването на скалите (дисперсни и споени) в петрографски типове по откривни хоризонти и рудници в създадената инженерногеоложка класификация дава възможност да се изчисли специфичното съпротивление на скалите при копаене за всички петрографски типове, ако откривните хоризонти са изградени изцяло от тях. На фигура 1 е изведена зависимостта $K_f=f(\sigma_n)$ за дисперсните разновидности от откривката общо за трите рудника. Използвана е установената от Иванов и Шейретов праволинейна зависимост, като с празни кръгчета е маркирана зависимостта изведена чрез якостта на натиск, определена по формула 1, а с пълтни - чрез лабораторно определената якост на натиск.



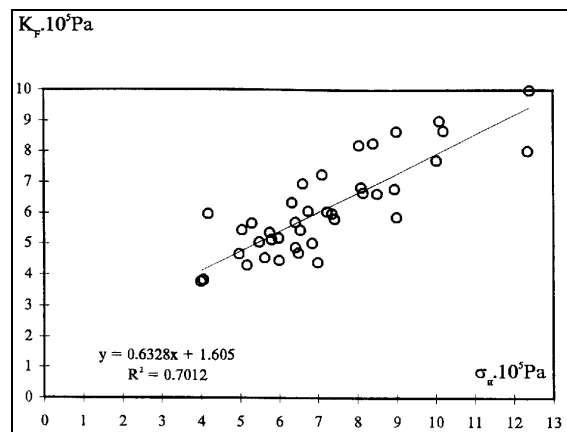
Фиг. 1. Зависимост между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостта им на натиск (определена емпирично - $\circ$ и лабораторно - $\bullet$) за хомогенни масиви

В повечето случаи роторните багери в Марица изток обаче работят в хетерогенен масив, т.е. изграден от два или повече петрографски типа скали. В тези случаи специфичното съпротивление на скалите при копаене отчита съвместното съпротивление на всички участващи в забоя литоложки разновидности. Това налага при извеждане на зависимостта $K_f=f(\sigma_n)$ якостта на натиск да бъде тежестно осреднена в зависимост от степента на участие на всеки петрографски тип скала в забоя, т.е. необходимо е прецизно документиране на геоложкия профил.

При категоризирането на надвъглищните глини в рудниците на Марица изток по условия на копаене, направено в периода 1990-1997 (Стоева, Иванова и др.), беше експериментално определено специфичното съпротивление на

скалите при копаене с роторни багери SRs 2000, като успоредно бяха изследвани и свойствата на скалите от геоложките профили на забоите. Получените в резултат на това данни позволи извеждането на зависимостта $K_f=f(\sigma_n)$ (Иванова, 2000), в която лабораторно определената якост на натиск на скалите е осреднена тежестно според степента им на участие. На фиг. 2 е представена зависимостта $K_f=f(\sigma_n)$ за р-ци "Трояново север" и "Трояново 3". Тя е с коефициент на корелация $r=0,84$ и се описва с уравнение на права линия:

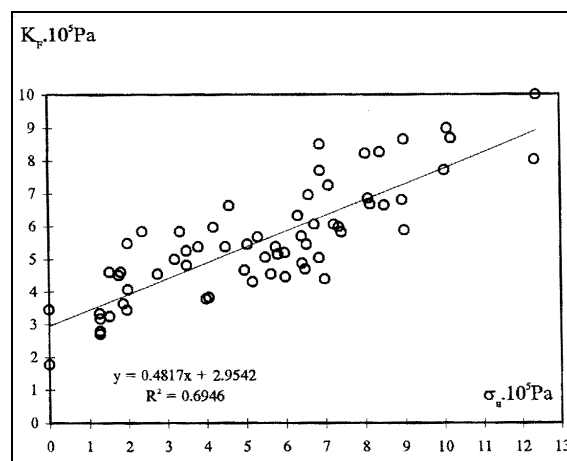
$$K_f = 0,63 \cdot \sigma_n + 1,605 \quad (2)$$



Фиг. 2. Зависимост между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостта им на натиск (определена лабораторно и осреднена тежестно) за хетерогенни масиви

Зависимостта $K_f=f(\sigma_n)$, изведена въз основа на обединените данни, получени от Иванов и Шейретов (1968) и тези, получени от Стоева, Иванова и др. (1990-1997) е представена на фиг. 3 (Иванова, 2000). Коефициентът на корелация е $r=0,83$, а уравнението на правата е:

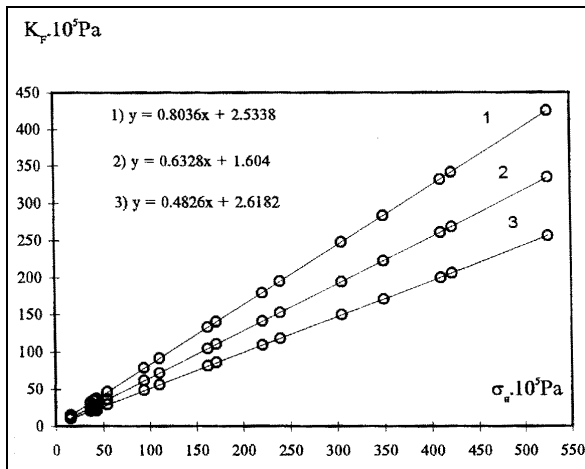
$$K_f = 0,48 \cdot \sigma_n + 2,95 \quad (3)$$



Фиг. 3. Зависимост между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостта им на натиск (по Иванов, Шейретов и др. и Иванова)

Чрез изведените зависимости $K_f=f(\sigma_n)$ (фиг. 4, уравнения 1, 2 и 3, съответно прави 1, 2 и 3) от Иванов и Шейретов

(1968, уравнение 1) и от Иванова (2000, уравнения 2 и 3) може да се определи специфичното съпротивление при копаене в забои, изградени само от споени скали. Това позволява поделянето на споените скали в масива на 4 групи по условия на копаене:



Фиг. 4. Зависимост между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостта им на натиск за хомогенни масиви, състоящи се само от споени скали

- I гр. - с якост на натиск $\sigma_n < 100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и $K_f < 80 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по зависимостта изведена от Иванов и Шейретов); $K_f < 60 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 2) и $K_f < 50 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 3) - пясъчник с глинеста спойка и глинест варовик;

- II гр. - с якост на натиск $\sigma_n = 100 \div 250 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и $K_f = 80 \div 200 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по зависимостта изведена от Иванов и Шейретов); $K_f = 60 \div 150 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 2) и $K_f = 50 \div 120 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 3) - пясъчник с глинестоваровита спойка и варовик;

- III гр. - с якост на натиск $\sigma_n = 250 \div 450 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и $K_f = 200 \div 350 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по зависимостта изведена от Иванов и Шейретов); $K_f = 150 \div 270 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 2) и $K_f = 120 \div 210 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 3) - пясъчник с варовита спойка, пясъчник със силикатна спойка и брекча;

- IV гр. - с якост на натиск $\sigma_n > 450 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ и $K_f > 420 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по зависимостта изведена от Иванов и Шейретов); $K_f > 330 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 2) и $K_f > 250 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (по ф-ла 3) - доломитизиран варовик.

Работещите на откривните хоризонти роторни багери SRs 2000 имат максимални усилия на копаене $28 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. В зависимостите $K_f = f(\sigma_n)$ за споените скали (фиг. 4) K_f значително надвишава тази стойност. Споените скали, участващи в геоложките профили на забоите обаче се явяват като "твърди" включения, които са с размери, не представляващи проблем при изкопаването им от багерите. В много редки случаи те изграждат издържани пластове с по-голяма дебелина, което налага предварителното им взривяване, за да бъдат иззети. От фиг. 4 се вижда, че работата на роторните багери няма да бъде затруднена в масиви, изградени от литоложки разновидности, имащи якост на натиск $\sigma_n < 50 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Такива са глинесто-песъчливите отложения, по-слабите варовици и пясъчниците с глинеста спойка.

Установените зависимости между специфичното съпротивление на скалите при копаене и якостта им на натиск имат коефициенти на корелация над 0,8, което позволява определянето на K_f чрез σ_n за практически цели. Натрупването на допълнителни данни от бъдещи експерименти за определяне на K_f и σ_n при прецизно документиране на геоложките профили на забоите само биха повишили коефициента на корелация на зависимостта $K_f = f(\sigma_n)$.

Литература

- Иванов И., К. Шейретов. *Опит за установяване корелационно отношение между якостта на глините и специфичното им съпротивление при копаене*. Сп. Въглища 1968, кн. 7.
- Иванова В. *Геотехнически свойства на надвъглищния комплекс и влиянието им върху производителността на роторните багери в Източномаришкия въглищен басейн*. Дисертация за научно-образователна степен "доктор", 2000.
- Стоева П., В. Иванова и др. *Категоризация на надвъглищните глини в рудниците на Марица изток по условия на копаене*. Отчети по НИС, МГУ, 1990-1997.