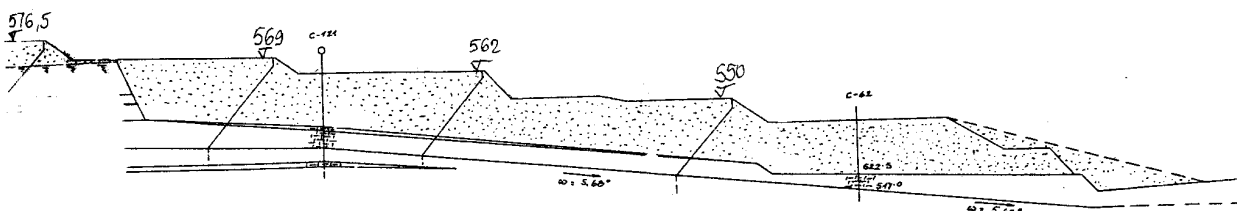


Оценката на устойчивостта на непродуктивни депа (насипи), е много важна задача особено при наличието на посочената слаба основа. Такъв е случая с изследването на устойчивостта на вътрешното насипище на рудник "Неделище-запад", което се характеризира с мулдообразно дъно с променливи наклони до $6,5^\circ$. Насипът лежи върху черни глини с прослойки от нечисти въглища с дебелина от 5 до 10 m (фиг.2).



Фиг.2 Надлъжен профил VI-VI на вътрешното насипище на рудник "Неделище"

Таблица 1

Физични и якостни показатели на литоложките разновидности, изграждащи насипищния масив

№	Литоложки разновидности	Обемно тегло, N/m^3	Кохезия, kN/m^2	Ъгъл на вътрешно триене, $...^\circ$
1	Песъчливи и прахови глини	19,5	30	18
2	Глини и нечисти въглищни прослойки от въгленосния хоризонт	15,5	40	5
3	Слаби прослойки във въгленосния хоризонт	-	20	4
4	Насип от глини	17,0	30	5

За да се осигури по-голяма сигурност на получените резултати оценката за устойчивостта ще бъде реализирана въз основа на два подхода:

- Оценка на устойчивостта по профили, ориентирани перпендикулярно на насипищните стъпала и на изолиниите на потенциалната плъзгателна повърхнина по метода на призмата на активен земен натиск, оконтурен от две образуващи, централен блок с плъзгателна повърхнина по наслояването в долнището на въгленосния хоризонт и пасивна призма в петата на откоса, когато дъното на рудника е над огледаната повърхнина. Прилагането на този метод е продиктуван от механизма на вече проявените свлачища със сложна съставна форма на плъзгателната повърхнина в рудник "Неделище".

- Оценка на устойчивостта по профили, ориентирани перпендикулярно на насипищните стъпала и на изолиниите на потенциалната плъзгателна повърхнина по метода на Моргенщерн и Прайс, отчитащ критичното хоризонтално ускорение, което би възникнало в потенциални повърхнини на плъзгане в свързани почви или в повърхнини с остатъчна якост при условие на гранично равновесие.

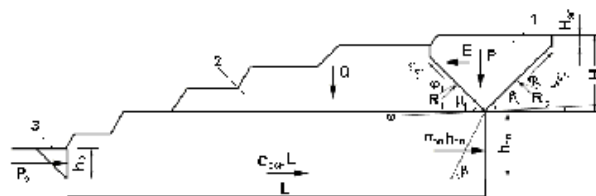
Въгленосният хоризонт се характеризира с ниски якостни показатели на срязване (табл.1) и наличието на слаби прослойки по наслояването, които се проявяват като потенциално място на формиране на хлъзгателни повърхнини при развитието на свлачищни процеси.

Стабилитетни изчисления

1) Оценка на устойчивостта по метода на призмата на активен земен натиск

Устойчивостта се изчислява при следните изходни данни (фиг.3, табл.1):

- дебелина (m_i), m;
- обемно тегло, (γ_i), N/m^3 ;
- ъгъл на вътрешно триене, (ϕ_i), $...^\circ$;
- кохезия, (c_i), Pa.



Фиг.3 Схема за определяне на устойчивостта по метода на призмата на активен земен натиск

1 – призма на активен земен натиск; 2 – централен блок; 3 – призма на пасивен земен натиск

Оценката на устойчивостта се дава с коефициента на устойчивост:

$$F = \frac{c_0 L + \sum_{i=1}^n Q_i \cos \omega \operatorname{tg} \phi_0 + \sum_{i=1}^n Q_i \sin(+\omega)}{E + \sum_{i=1}^n Q_i \sin(-\omega)}, \quad (2)$$

където: c_0 и ϕ_0 са съответно кохезията (Pa) и ъгълът на вътрешно триене ($...^\circ$) на повърхнината на плъзгане;

L - дължината на повърхнината на плъзгане по основата на централния блок в m;

ω - ъгълът на залягане на основата на централния блок ("+" при наклон към масива и "-" при наклон към изкопа);

E - активният натиск (разликата от проекциите на свличащите и съпротивителните сили в призмата на активен натиск върху повърхнината на плъзгане в основата на централния блок);

2) Методът на Моргенщерн и Прайс първоначално е разработен въз основа на други методи чрез отчитане на равновесното състояние на ламелата (1965). Уили Спенсър приема общото равновесие на моментите, докато Моргенщерн и Прайс допускат само моментните уравнения на отделните ламели. Всеки метод удовлетворява всички условия на граничното равновесие, но методът на Спенсър изисква компютърно време. Поради тази причина в компютърната програма TSLOPE е заложен метода на Моргенщерн и Прайс и за да се отчетат всички сили върху ламелата (фиг.4) той е разширен и с метода на Спенсър. Моргенщерн и Прайс дават оценката на устойчивостта с коефициента:

$$F = \frac{(E_i - P_{wi}) \operatorname{tg} \varphi_i + \bar{c}_i N_i}{X_i} \quad (3)$$

където: E_i е страничното натоварване на вертикално сечение i , съответстващо на ефективно напрежение, kN;

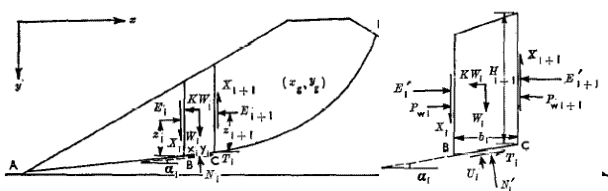
P_{wi} - резултатната от действието на порния натиск на вертикалната страна на сечение i , kN;

φ_i - ъгълът на вътрешно триене на материала в i -тото сечение, ... °;

\bar{c}_i - кохезията на материала в i -тото сечение, kN/m²;

N_i - височината на хлъзгащата се маса, спрямо сечение i , m;

X_i - сръзващите напрежения на вертикалните сечения i , kN.



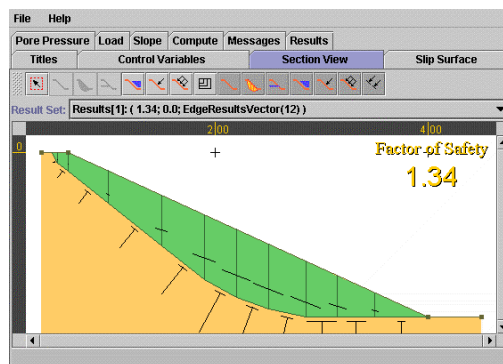
Фиг.4 Силов полигон по метода на Моргенщерн и Прайс

Методът на Спенсър допуска че тези външни сили са наклонени под ъгъл θ спрямо хоризонтална равнина.

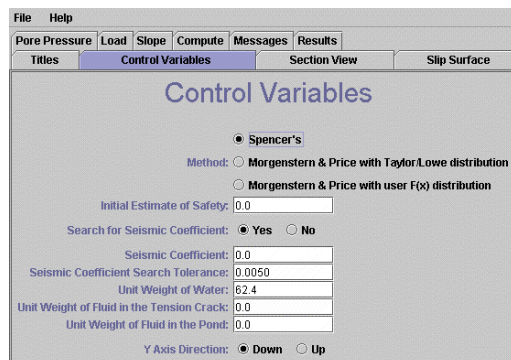
$$\frac{X_i}{E_i} = \operatorname{tg} \theta, \quad (4)$$

където: θ е определен по изчислителен път.

Методът на Моргенщерн и Прайс включва голям брой итерации и прилагането му изисква ползването на софтуерен продукт. За целта е приложена програмата TSLOPE 1.1. Програмата дава възможност първоначално да се дефинира насипищния откос и във всяка точка да се дадат физико-механичните и якостните характеристики на литоложките разновидности, изграждащи масива (фиг.5). След това в "Control Variables" (фиг.6) се задава метода за оценка на устойчивостта. Изчисленията се извършват при различен брой итерации (до 2000) като се търсят най-неблагоприятните повърхнини на плъзгане. Получените резултати се обобщават в меню "Results" (фиг.7).



Фиг.5



Фиг.6

Edges		id	Normal	Shear	Weight	X	InterSlice	Theta
Edge 1	1	0.0	0.0	0.0	200.0	0.0	0.0	0.0
Edge 2	2	380.1067...	674.4297...	32625.0	215.0	12664.83...	33.16073...	0.0
Edge 3	3	1601.394...	1704.281...	83737.5	230.0	54309.91...	33.16073...	0.0
Edge 4	4	2421.369...	2388.415...	70325.0	240.0	83464.88...	33.16073...	0.0
Edge 5	5	2384.755...	2358.179...	152250.0	260.0	150727.4...	33.16073...	0.0
Edge 6	6	2713.669...	2627.981...	162400.0	280.0	212532.3...	33.16073...	0.0
Edge 7	7	4141.925...	3782.701...	198468.75	305.0	226767.9...	33.16073...	0.0
Edge 8	8	4380.642...	3948.346...	176718.75	330.0	206555.7...	33.16073...	0.0
Edge 9	9	4768.274...	4220.578...	145000.0	355.0	145903.9...	33.16073...	0.0
Edge 10	10	3470.012...	3163.892...	109750.0	380.0	100490.4...	33.16073...	0.0
Edge 11	11	3201.555...	2893.648...	67968.75	405.0	32997.56...	33.16073...	0.0
Edge 12	12	1214.843...	1180.739...	22656.25	430.0	-119.749...	33.16073...	0.0

Фиг.7

В таблица 2 са посочени обобщените резултати от стабилитетните изчисления по двата метода (метод на призмата на активен земен натиск и метод на Моргенщерн и Прайс).

Таблица 2

Обобщени резултати от стабилитетните изчисления

Сили в приоткосния масив, kN/m		Насипищен хоризонт			
		I - 550	II - 562	III - 569	IV- 576.5
Свличащи	E	4090	4780	5370	6440
	Q	4880	11300	15730	18120
	Общо	8970	16080	21100	24560
Задържащи		3430	7940	12070	17490
	QL	2960	4800	6280	8000
	P _p	600	600	600	600
	Общо	6690	13340	18950	26090
Метод на призмата на активен натиск	F	0.75	0.83	0.9	1.06
	TSLOPE 1.1 (Метод на Моргенщърн и Прайс)	F	0.44	0.56	0.54

Заключение

От получените резултати се вижда, че прилагането на метода на Моргенщърн и Прайс дава по-ниски стойности за коефициента на устойчивост на отделните насипищни стъпала. Това се дължи предимно на отчитането на хоризонталното ускорение и на порния натиск, докато при метода на призмата на активен земен натиск те не са взети под внимание.

Получените коефициенти на устойчивост (табл.2) и по двата метода са по-ниски от единица (насипищни хоризонти II с кота 550 m, III с кота 562 m и IV с кота 569 m), но на практика видими деформации не са наблюдавани по тях. Причина за това може да се търси в неотчетени за-

държащи сили, произтичащи от мулдообразната форма на дъното на рудника. Хоризонт V с кота 576,5 m се намира в гранично равновесие ($F=1,06$).

Основните препоръки, които могат да се направят са:

- не е целесъобразно да се извършват насипищни работи върху хоризонти II, III и IV;

- съществува възможност за разширение на V хоризонт, но при осигурена устойчивост на вътрешното насипище като цяло;

- най-долните насипищни хоризонти са с намалени физични и якостни показатели, поради продължителния им престой под вода, което налага подновяване на изследванията с оглед по-сигурно оразмеряване на вътрешното насипище при бъдещото му развитие.

Литература

- Morgenstern, N. R. & Price, V. E.* (1965). The analysis of the stability of general slip surfaces. *GPotechnique* 15, No. 1, 79-93.
- Sarma, S.K.* 1973. Stability analysis of embankments and slopes. *Gkotechnique* 23, No. 3, 423-433.
- Zlatanov, P., P. Stoeva, R. Kachikova, G. Trapov.* 2004. Computer model of the estimation to risk by construction of the non-productive deposits. *Colloque les risques en Génie Civil - 18/19 mars 2004 - Tunisie.*

Препоръчана за публикуване от катедра "Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи", МТФ