

ИЗСЛЕДВАНЕ НА БЕЗОПАСНОТО РАЗСТОЯНИЕ НА РАЗТОВАРВАНЕ НА САМОСВАЛИТЕ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА БУЛДОЗЕРНИ НАСИПИЩА

Евгения Александрова

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

РЕЗЮМЕ. Предложена е методика за изчисляване на безопасното разстояние на разтоварване на самосвалите при изграждане на булдозерни насипища. Тя се базира на решаване на обемната задача за оценка на устойчивостта на отделно насипищно стъпало с или без въздействието на външен товар. Методиката е апробирана за условията на изграждане на вътрешните насипища в рудник "Станянци" като е извършен съпоставителен анализ с резултатите, получени за оценка на устойчивостта по метода на Фисенко.

INVESTIGATION OF THE SAFETY DISTANCE OF UNLOAD OF THE CAMIONBY A CONSTRUCTION OF THE BOULDOZER EMBANKMENTS

Evgenia Alexandrova

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700

ABSTRACT. It is propose a method of the safety distance of unload by construction of bulldozer embankments. That is connected with calculation of the volume tasks to assessment of the stability of a embankment stage with or with outside load. The method is exercised for mine "Stanianci". It is make with the method of Fisenko.

Върху устойчивостта на насипищата оказват влияние якостта на скалите в основата и физико-механичните свойства на материалите, които се насипват. Носещата способност на основата на насипището се отчита в процеса на проектиране по данни от предварителното инженерногеолошко проучване. По-сложно се решава задачата за устойчивостта на насипища, състоящи се от разнородни материали. Промяната на състава на насипищата се дължи на различния ред на изземването на откривните хоризонти в рудника, използваната система на разработване, геоложкия строеж на находището и др.

В процеса на транспортиране степента на разбухване на материала намалява за сметка на раздробяване на скалните частици от вибрациите на транспортните средства (ГТЛ, жп транспорт, автосамосвали) по време на движение, претоварването на материала и т.н. При транспортирането на материалите във вагони, раздробяването е в по-малко, отколкото при конвейерния транспорт. Този процес се наблюдава главно при скали, съдържащи глинеста фракция.

Съществува голямо разнообразие в методите за оценка на устойчивостта на насипищните откоси. Те се различават по точността и броя на условията и факторите, от които зависи устойчивостта. По тази причина изборът на достоверна схема за моделиране на деформационния процес и свързаните с него технологични параметри за устойчив насипищен откос представлява трудност.

Характерно за насипищата в рудник "Станянци" е тяхната малка височина ($h=4-12$ m) и ъгъл на откоса ($\beta=38$

-40°), поради много ниските якостни показатели на литоложките разновидности от откривката, които се вграждат в тях.

Проверката на устойчивостта е извършена за отделно стъпало с височина $h=12$ m и ъгъл на откоса $\beta=40^\circ$ по метода на Фисенко (1965).

Литоложките разновидности, които се насипват са представени от плиоценски надвъглищни глини, делувиялни отложения и сивозелени глини. Якостните им показатели са посочени в таблица 1 по данни от рудника.

Таблица 1
Физични свойства и якостни показатели на насипищните материали

№	Показатели	Мярка	Стойност
1	Обемно тегло	kN/m^3	18
2	Кохезия	kN/m^2	1,2
3	Ъгъл на вътрешно триене	$...^\circ$	3

Въз основа на данните от таблица 1 и геометричните параметри на насипищното стъпало е определена устойчивостта на насипищния откос по метода на Фисенко. Използвана е изчислителна програма PRIZMA (разработена в МГУ "Св.Иван Рилски") за изчисляване на коефициента на устойчивост.

Установява се, че при решаването на равнинната задача безопасното разстояние на разтоварване на самосвалите в насипището е осигурено дори и при 1 m

разстояние от горния ръб на откоса. Потвърждение на това са и получените резултати в таблица 2 с компютърна програма PRIZMA.

Таблица 2
Коефициенти на устойчивост при различно разстояние на разтоварване

№	Разстояние на разтоварване, m	Коефициент на устойчивост
1	1	1,22
2	2	1,16
3	3	1,13
4	4	1,11
5	5	1,11

Често пъти обаче при изграждането на булдозерни насипища на практика възникват проблеми при разтоварване на самосвала - свличане на самосвала, подхлъзване и др. Това се дължи на възникването на деформационни процеси в насипищното стъпало, което е изградено от различни скални материали и върху слаба основа. Освен това при метода Фисенко не се отчитат допълнителните натоварвания от насипищната и транспортната механизация. Съгласно съществуващия Правилник за безопасност на труда, безопасното разстояние на разтоварване трябва да бъде минимум 3 m.

Съществуващите методи за изчисляване на безопасните параметри на призмата на възможното обрушаване се основават на методите за избор на потенциална плъзгателна повърхнина чрез решаването на равнинна задача. За да се получат по-достоверни резултати за коефициентът на устойчивост (F) е необходимо да се приложи Теорията на еластичността, която ще позволи решаване на обемната задача и с отчитане на вертикален товар от самосвала при разтоварване.

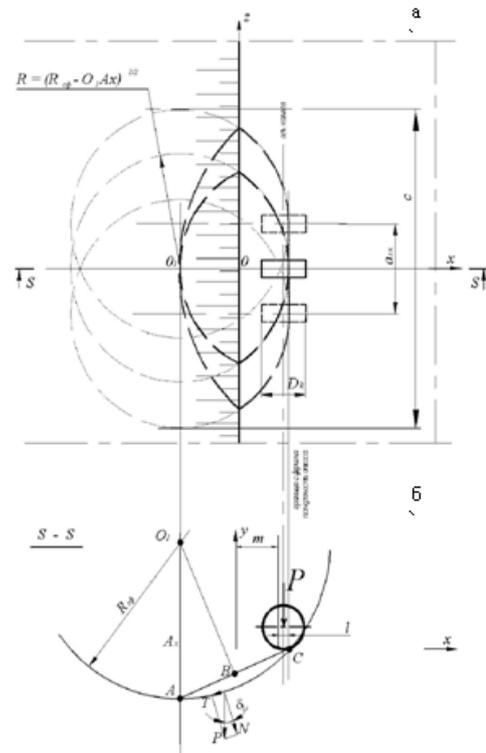
В повечето случаи, допълнителното натоварване води до изменение на нормалните и на тангенциалните компоненти на теглото (P_i). Възможно е частично нарушаване на устойчивостта на натоварения откос. Обикновено стойностите на P_i не са големи и не оказват съществено влияние. Допълнителното натоварване трябва да се отчита само при стабилитета на стъпалата, а не на насипището като цяло.

Напрегнатото деформирано състояние в горния ръб на насипищния откос, където е приложено външно натоварване от самосвала, предавано на автомобилните гуми (P), се изчислява с използването на метода на граничните интегрални уравнения (ГИУ) по схемата, посочена на фигура 1 (Бенерджи и др., 1984). Допуска се, че в изследваната област е приложена силата на тежестта от самосвала.

При въздействието на външно вертикално натоварване от транспортни или други машини, приложено на разстояние m от горния ръб на откоса на площадка с дължина ℓ, картината на разпределение на напреженията в областта на действие на силите рязко се променя. Изолините на вертикалните напрежения, следвайки класическата задача за въздействието на единична сила на полуплоскост, по линията на центъра на приложената сила се премества към повърхността на откоса, и нейната

концентрация значително нараства (около 10 пъти). Концентрацията на изолините на хоризонталните напрежения също нарастват по линията на приложението на вертикалното натоварване, но незначително (около 1,5 ÷ 2,0 пъти), а тангенциалните напрежения се преместват близо до повърхността към вертикалната линия на приложението а натоварването.

На фигура 1 правата O₁A е нормалата към хоризонталната повърхност на насипа, преминаваща през т.А. Координатите на т.С се получават след като се определят границите на приложението на вертикалния товар на повърхността на откоса: C_x = m+0,5ℓ; C_y = 0. След това от точка В - средата на отсечката АС се издига перпендикуляр до пресичането му правата O₁A. Точката на пресичане е центърът на търсената окръжност.



Фиг.1 Схеми на напрегнатото деформирано състояние в горния ръб на насипищния откос при въздействието на външен товар а) в план; б) профил S-S; D_k - диаметър на колелетата; P - натоварване върху оста на колелото; ℓ - дължина на контакта на колелетата с насипа; m - широчина на безопасната площадка, a_{з,к} - широчина на самосвала по задните гуми

При въздействието върху насипищната повърхност на едно колело върху нея се образува концентрична пукнатина, радиусът на която е A_xC (фиг.1, а). По този начин се формира плъзгателната повърхнина със сферична форма и с център т.О₁ и радиус O₁A. При действието на две колела върху насипищния откос, повърхнината на плъзгане се формира с формата на изтеглена елипсоида по дължината на оста Z. Максималната ос на елипсоидата е c=2A_xD+a_{з,к}, където a_{з,к} е широчината на самосвала, мерена по задните колела.

По описания по-горе алгоритъм се формира плъзгателната повърхнина при въздействието на едно колело - по сферична повърхнина и при въздействието на две колела - елипсоидна повърхнина.

След това се определят нормалната N и хоризонталната T съставни компоненти на сферичния или елипсоидния сегмент, ограничен от плъзгателната повърхнина, наклонената и хоризонталната насипищни повърхнини по изразите:

$$N = \gamma \int_{-R_0}^{-Y_0} \left\{ \int_{\frac{X_0(y+R_0)}{Y_0+R_0}}^{\sqrt{R_0^2-y^2}} \varphi(x, y) \cos\left(\arcsin \frac{x}{R_0}\right) dx \right\} dy; \quad (1)$$

$$T = \gamma \int_{-R_0}^{-Y_0} \left\{ \int_{\frac{X_0(y+R_0)}{Y_0+R_0}}^{\sqrt{R_0^2-y^2}} \varphi(x, y) \sin\left(\arcsin \frac{x}{R_0}\right) dx \right\} dy \quad (2)$$

където: X_0, Y_0 са координатите на центъра на сферата или елипсоида; R_0 – радиусът на сферата или елипсоида в равнината $Z=0$;

- подинтегрален израз за сферата

$$\varphi(x, y) = \sqrt{R_0^2 - x^2 - y^2}; \quad (3)$$

- подинтегрален израз за елипсоида

$$\varphi(x, y) = c \sqrt{1 - \frac{x^2}{R_0^2} - \frac{y^2}{R_0^2}}; \quad (4)$$

Методиката за определяне на безопасното разстояние на разтоварване при изграждане на булдозерно насипище в условията на рудник "Станянци" ще бъде приложена при извозване на откритката с самосвали тип Татра-815.

По-долу е дадено изчислението на безопасните параметри на разтоварване при разтоварване на самосвал тип Татра-815. Диаметърът на гумите 12.00-20 на самосвала е $D_K=1287$ mm; $a_{3,K}=1774$ mm.

Съгласно препоръките на производителя при изчисляване на натоварването е прието, че 66,4% от масата на натоварения самосвал се падат на задната ос на колелетата. При максимално тегло на самосвала $G = 330$ kN, натоварването на задното колело е $P_3=110$ kN, а относителното натоварване при широчина на самосвала мерена по задните гуми $V=3920$ mm и дължина на площадката на контакта $l=1,0$ m е равно на $P=73,3$ kN/m².

Въз основа на изходните данни и схемата на фигура 1 е извършено построение на напрегнатото деформирано състояние в горния ръб на насипищния откос при въздействието на външен товар P при различни стойности на разстоянието на разтоварване (m). По графичен път са отчетени координатите на точката $O_1 (X_0; Y_0)$ - център на сферичната или елипсоидната повърхнина на плъзгане и стойностите на R_0 - радиусът на сферата, m и дължината на повърхнината на плъзгане L (табл.3).

Таблица 3

Координати на точката O_1 и стойности на R_0 и L

Разстояние на разтоварване, m	O_1		R_0, m	L, m
	X_0, m	Y_0, m		
m=1,0 m	-15,1	7,2	17,7	21,6
m=3,0 m	-15,1	9,1	20,8	23,6
m=5,0 m	-15,1	13,0	24,8	25,7

Препоръчана за публикуване от

Катедра "Открито разработване на полезни изкопаеми и взривни работи", МТФ

Нормалната N и хоризонталната T съставни компоненти на сферичния и елипсоидния сегмент, ограничен от плъзгателната повърхнина, наклонената и хоризонталната насипищни повърхнини по изразите (1) и (2) се изчисляват с помощта на математическа програма Mathcad 14.0.

Коефициентът на устойчивост е определен по потенциалната повърхнина на плъзгане с отчитане на външния товар P.

$$F = \frac{(N + P \cos \varphi) \tan \varphi + cL}{T + P \sin \varphi} \quad (5)$$

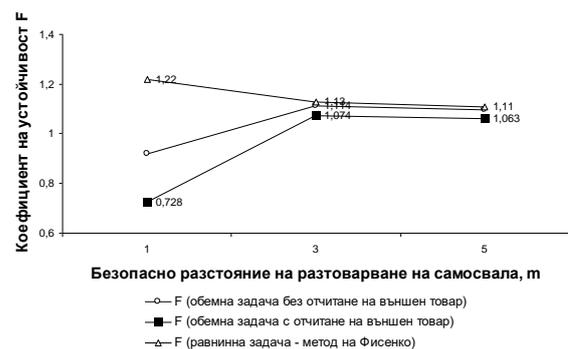
В таблица 4 и на фигура 2 са посочени стойностите на коефициента на устойчивост при решаване на равнината и обемната задача без и с отчитане на външен товар.

Таблица 4

Стойности на коефициента на устойчивост при решаване на равнина и обемна задача без и с отчитане на външен товар

	F (обемна задача)		F (равнинна задача)
	без отчитане на външен товар	с отчитане на външен товар	
m=1,0 m	0,919	0,728	1,22
m=3,0 m	1,110	1,074	1,13
m=5,0 m	1,114	1,063	1,11

Връзка между коефициента на устойчивост F и безопасното разстояние на разтоварване m



Фиг. 2.

По този начин, изчисленията са извършени под действието на обемни сили и външно натоварване върху насипищното стъпало като по този начин се отчита обемния фактор. Това позволява достоверно да се изчисли коефициента на устойчивост и да се определят безопасното разстояние на разтоварване на самосвалите. От фигура 2 се вижда, че за условията на изграждането на вътрешните насипища в рудник "Станянци" е целесъобразно самосвалите да се разтоварват на минимум 5 m разстояние от горния ръб на откоса на стъпалото.

Литература

- Фисенко Г.Л. 1965. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М. Недра.
Бенерджи П., Баттерфилд Р. 1984. Метод граничных элементов в прикладных науках. – М.: Мир.