50 години Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски"
Годишник, том 46, свитък II, Добив и преработка на минерални суровини, София, 2003, стр. 73-75

ВЪРХУ КИНЕМАТИКАТА НА РАЗРУШЕНИЕТО НА СКАЛНИТЕ МАСИВИ ПРИ СВЛАЧИЩНИ ЯВЛЕНИЯ И МИННИ РАБОТИ

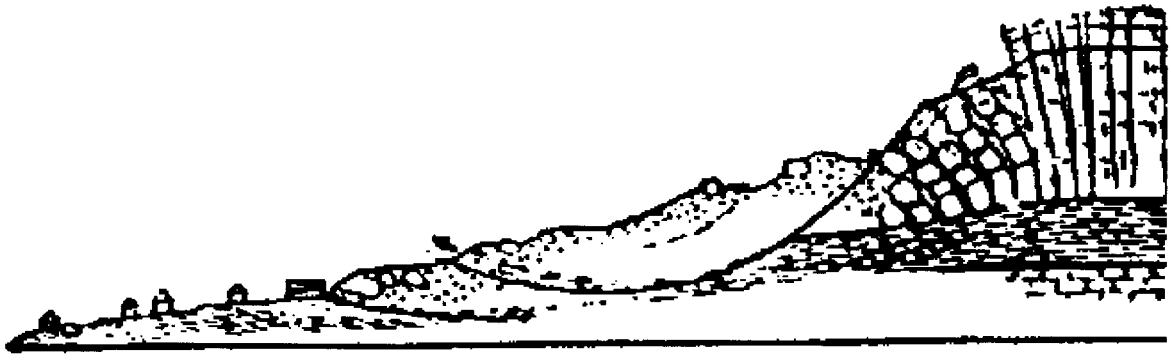
Любомир Кандов

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

РЕЗЮМЕ

Обикновено се малко обръща внимание на кинематиката на частиците при разрушителни явления и се разглеждат предимно динамически и физически въпроси. В доклада се показва, че този въпрос при свлачищните явления има твърде важно, дори решаващо значение за цялостната оценка на явленията. Дават се някои окончателни изводи и препоръки.

Известно е, че цилиндричните повърхнини принадлежащи на кръгов цилиндър, са единствени криволинейни повърхнини, по които са възможни хлъзгания на скални масиви, разгледани като равнинни системи. Наблюдавани са голям брой примери на такива хлъзгания. На фиг. 1 е показан един такъв случай, взет от действителността. При редица важни строителни обекти се е оказвало възможно да се мисли за такива движения или да се носят тежки последствия от такива движения.



Фигура 1

И естествено, възниква въпросът, как може да се представи свлачищното движение, как може да се опишат деформационното , и напрегнатото състояние в общ случай, и в частност – как може да се предвиждат свлачищните движения.

Тук ще отбележим, че ние не се интересуваме от самото свлачищно движение. То е твърде сложно и почти винаги неописуемо строго математически. Понякога то произлиза лавинообразно и почти еневъзможно да се мисли за математическото му описване. Стремим се само да открием силовите взаимодействия ***в момента непосредствено преди започването на свлачищното движение.***

Или по-точно казано, стремим се да открием силите – ***активни и задържащи,***непосредствено преди започването на движението. Трябва също така да се познават физикомеханичните величини, главно коефициентите на триене и коефициентите на сцепление.

За да се реши тази трудна задача, трябва разбира се, да имаме някои сведения за структурата на скалния масив, сведения за повърхнини на разхлабване, за филтрационните води и потоци, за въздействия на външни сили от полезни товари, от превозни средства от евентуални взривни работи, набивания на пилоти, сеизмични вълни и други динамични въздействия.

Но нашето внимание ще бъде съсредоточено главно върху една страна на явлението,която рядко се разглежда с необходимата пълнота и строгост. Изпуска се често вниманието към факта, че свлачищното движение има, наред със всички свои страни и свойства – много строго определени ***кинематични свойства***. При това тук става дума за кинематична геометрия, водеща до съставяне на определени позиционни функции, но и за инфинитезимални свойства, които следват от факта, че за състоянията на равновесие не са достатъчни обикновените равновесни уравнения на

свободното твърдо тяло, но и равновесни уравнения следващи от принципа на виртуалните премествания ***(Г.К Клейн,*** Стр.Механика Сыпучих тел М.1977, стр.91) .

Принципът на виртуалните премествания изисква въвеждане на координатна система, най-често декартова и създаване на доста тежък апарат за описване на виртуалните премествания, чрез частни производни на функции определени в декартови координати. При това, тук не се мисли само за разглеждане на цялото тяло – скален масив като еластично или еластопластично хомогенно или хетерогенно тяло. Изследвания с такава насоченост са отдавна извършени, строго обосновани, и изпитани в практиката (В.В. Соколовски, Н.Н.Маслов, Г.Л.Фисенко, Robert Schuster, Raymond Krizek,С.С.Голушкевич), но всички те са свързани с доста трудоемки операции.

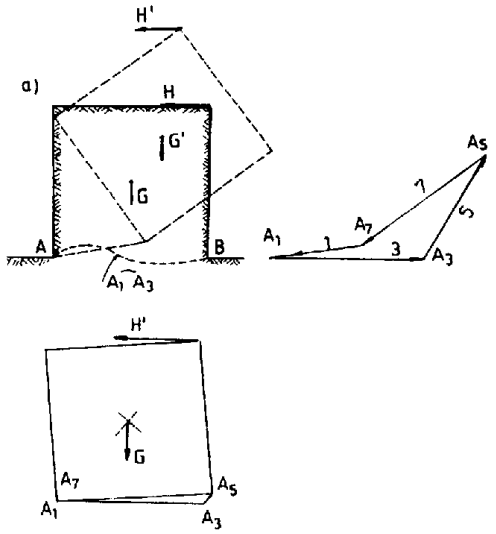
Практически е необходимо да се ползват методи, които позволяват да се повтарят процедурите-голям брой, стотици или хиляди пъти. И да се подбират такива съвкупности от резултати, от които се вижда сходимост към определен единствен краен числен резултат. Само в такъв случай може да се приеме, че резултатът води до към сполучливо предвижване. Работната група в МГУ, от която произлиза настоящата статия се стреми към такива резултати и съответни методи.

Методът, който се използва в настоящата статия е свързан със специален вид моделиране чрез системи от n-ъгълници (n е по-голямо или равно на 2) . Когато системата се движи, движат се и пъгълниците. Но, при задачите за равновесието е необходимо да си служил само с премествания, и то виртуални. Виртуалните премествания са изохронни, т.е. независими от времето (не произлизащи с течение на времето) . Всички сили приложени върху системата, остават неизменни при преместването. Системите са блокови и се разглеждат най-често относителни премествания на блокове. Движещите се многоъгълници ограничават междинни-площи с малки размери между съседни блокове.

Поради малките размери на междинните площи и малките ъгли (малки части от градуса) и ъгли много близки до 180°, междинните площи са трудно описуеми точно. Тяхното начертаване е практически невъзможно. Защото няма толкова съвършени уреди, с които да се нанасят ъгли, които са малки части от градуса. Но, точното решение е принципиално възможно и необходимо. При това, в много случаи се налага да се съставят голям брой многоъгълници. Това е причината да се използва особен, нов по принцип метод, който накратко ще бъде съобщен по-долу.

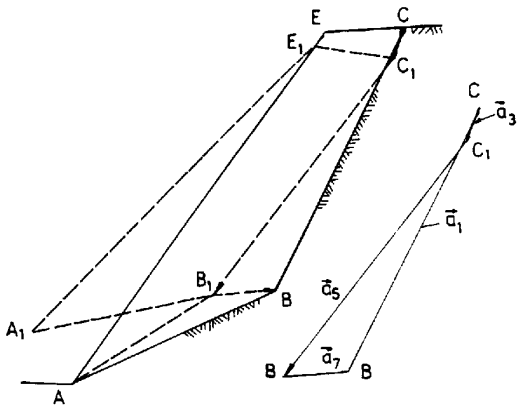
Ето в какво се състои този метод. Вместо малките трудно изобразими площи, чертаят се или просто се съставят големи многоъгълници, като се редуцират по правилата на механиката всички активни и задържащи сили за определени точки на многоъгълниците. Тъй като преместванията ще бъдат сведени до виртуални премествания, всички активни и задържащи сили ще остават неизменни при всяко преместване, т.е. ще получават при преместванията само транслации, няма да изменят нито своите големини, нито своите направления. И разбира се, нито преместванията, нито работите на силите ще имат физически смисъл. Специално преместванията на многоъгълниците и на скалните блокове свързани с тях, на пръв поглед ще изглеждат невъзможни и невероятни. Но тези неприемливи картини ще изчезнат, когато определени, специално подбрани параметри – по същество – обобщени сили, започнат да клонят към нула, при което ще се стигне до онези малки ъгли и други размери, които имаме в действителност. Ползата от тази работна система се състои в това, че всички многоъгълници и изразите за работите на всички сили ще може да се съставят математически, и изчисленията да се извършат с произволна точност. Тогава ще се окаже възможно проследят и приемат за верни всички крайни резултати при извършващия се граничен преход .

Върху прости примери ще бъде показано как се прилага предложения метод. Като най-простата блокова система ще бъде разгледана изобразената на фиг. 2.



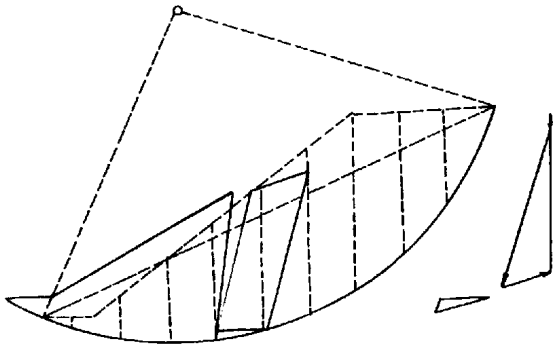
Фигура 2

Тя се състои от единствен блок, който е призма и на схемата а), се вижда основата и. Върху блокът са приложени множество сили. Ако между А и В, по дъга АВ връзките между частиците изчезнат, под действия представени със сили - активни и задържащи, блокът ще се премести, и на схемата б) е изобразено новото положение. То е физически неосъществимо. И пресметнатите работи на силите не са необходими за никаква цел. Те се получават само за да съставят безупречно изразите за работите, и чрез тях, намалявайки параметъра ***c*** близо нула, получаваме израз, много близък до изразът за сбора от виртуалните работи. А от него лесно може да се получи равновесното уравнение на активните и задържащите сили, което е крайната цел. И това уравнение може да послужи за да пристъпим към задачите за изследване на диформационното и напрегнатото състояние на блока. На следващите схеми на фиг. 3 са схематически показани редица добре познати от практиката задачи. Изобразен е откос, получен след отстраняване на скален масив ограничен от правата АЕ.



Фигура 3

При въздействие на активни и задържащи сили, се получава мислено преместване на блока ABCE, който изпада в положението A1,B1, C1, E1. С помощта на четириъгълника BCC1B, се пресмятат работите на силите и след прехода се получават съответните равновесни уравнения, които се приемат за действителни. На фиг.4 е изобразен масив, за който се предполага, че е ограничен от кръгово-цилиндрична повърхнина - мислено разделен на елементи "отсеки". Чрез същата процедура, за определен елемент се изобразява мислено придвижване на целия масив, и се извършват изчисления водещи до реални силови взаимодействия между елементите. Предложената процедура има предимството, че отговаря на въпроса за взаимодействията по вертикалните стени на елементите. Този важен недостатък на досегашните процедури се изтъква от някои автори (споменати по-горе, Клейн, Цытович).



Фигура 4

ЛИТЕРАТУРА

Robert L. Schuster, Raymond J. Krisek, Landslider Analysis and Control, National Academy of Sciences Washington, D.C. 1978.

Кандов Л., Н.Йончева, М.Трифонова, Сл.Тотев. Инвариантно представяне уравненията на движение на равнинни механизми. Изд. МГУ “Св. Иван Рилски”, София, 2002 (под печат).

Клейн Г.К. Строительная механика сыспучих тел, М. 1977 Цытович Н.А. Механика грунтов, М. 1968.

Ангелов К. Ръководство по инженерна геодинамика С. 1988.

Кандов Л. Възможност за изследване свлачищни движения чрез специабни функции. Годишник на МГУ “Св. Иван Рилски”, София, 2002.

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

ON THE KINEMATICS OF DESTRUCTION OF ROCK MASSES AS A RESULT OF LANDSLIDES AND MINING OPERATIONS

Lubomir Kandov

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

ABSTRACT

Usually a little attention is paid to kinematics of particles of destruction on processes and mainly dynamic and physical topics are referred. The paper reveals that this matter referred to landslides is rather important for complete assessment of phenomena. Some final conclusions and recommendations are presented.

It is well known that cylindrical surfaces belonging to circular cylinder are the only curvilinear surfaces on which rock mass slidings as plane systems are possible. Great number examples of such slidings are observed. On fig 1 is presented such a case, taken from the reality. For many important building sites had been possible to think about such movements or heavy results from such movements to be carried.

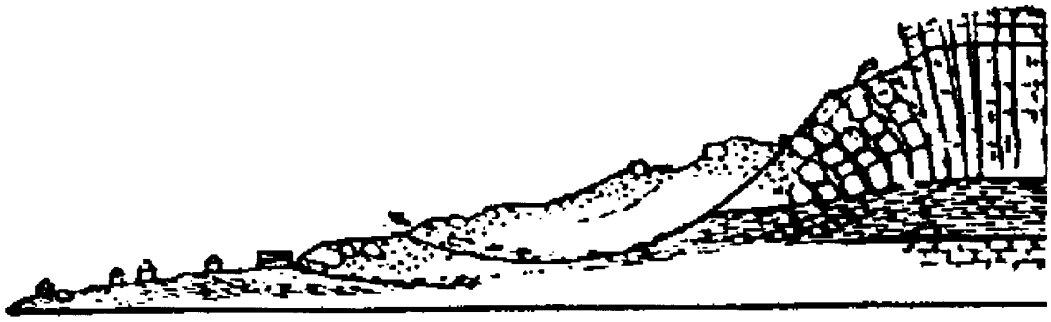


Figure 1

And naturally arises the question how could landsliding movement be presented, how stress and strain status of rock mass to be described in general, and what is the way such movements to be foreseen.

Here we will note that we are not interested of sliding movement itself. It is too complex to be described mathematically correct. In some cases it develops in an avalanche way and it is really not possible to be described mathematically correct. We only strive to discover forces interaction at the moment just before sliding movements start.

In another words we try to discover the forces active or retaining just before sliding movements start. Also phisicomathematical parameters generally factor of friction and factor of cohesion must be known.

To decide this difficult mathematical problem, we must have in our disposal some rock mass parameters such as its structure, data about its loosening, water circulation, applied (outer) forces from useful loads, vehicles eventual blasting works, seismic waves, piles driving in and other dynamic influences.

But our attention will be concentrated generally towards one side of the phenomenon, very rarely discussed with necessary completeness and correctness. Very often the fact, that sliding movement together with all other sides, very strictly defined kinematic properties. Here we have in mind the kinematical geometry, leading to definite position function and to infinitesimal properties, which follows from the fact that for state of equilibrium only ordinary equation for free rigid body are not enough, but equation, coming from the principal of virtual replacements must be taken into account *(Г.К Клейн,* Стр.Механика Сыпучих тел М.1977, стр.91).

Thee principal of virtual replacements requires introduction in the most cases of a decart coordinate system and demands rather heavy way of virtual replacements description by using partial derivatives of functions in decart coordinates. Besides, there has not thought for observation the rock mass problem as an elastic, or elastoplastic, homogeneous or heterogeneous body. Correct, well pointed and practically verified investigations in this directions are made very long ago (В.В.Соколовски, Н.Н.Маслов, Г.Л.Фисенко, Robert Schuster, Raymond Krizek,С.С.Голушкевич), but all of them require very laborious operations.

It is practically necessary methods to be used, which permit some procedures to be repeated hudredth or thousands times. And such populations of results to be selected from which convergence to only one defined numerical result is evident. These are the only cases when the result obtained leads to correctly foreseen events. A team of scientists from University of Minig & Geology from which this article comes, is pointed to such results and usage of

such relevant methods.

Method, proposed in this article is connected with special kind of modeling by systems of n- angles polygons (n is equal or bigger than 2). When system moves, multyangle polygons are moving too. But for equilibrium problems is necessary to use only virtual displacements. Virtual displacements are isochronous (not time dependant). All applied on the system forces rest unchangeable during movement. Systems consists of blocks and very often relative block displacements are discussed. Moving multiangle polygons bordered intermediary surfaces with small areas between neighbouring blocks.

Because of the small area of intermediary surfaces and small angles (only parts of the degree) and angles, very near to 180^0 correct description of intermediary surfaces is very difficult. Their drowing is practically impossible. Because there is not such precise devices for drowing only parts of the degree angles. In spite of that , correct decision is possible and necessary. In many cases big number of polygons must be composed. This is the reason a particular principally new in method to be created, described below.

What is the essence of the method. Instead of the small difficult to be presented polygons, big polygons are composed and then reduced keeping the principal of mechanics for all active and retaining forces for defined points of polygons. As all displacements are brought to virtual displacements, all active and retaining forces will rest unchangeable at any movement, i. e. they will receive only translations and will neither change their values nor their directions. And of course neither convergences nor work of the forces will have physical sense. Especially displacements of polygons and connected to them rock blocks are unbelievable or even impossible on the first look. But these unbelievable pictures will disappear when defined, specially chosen parameters- by nature- generalized forces begin to tend to zero and this small values of the angles and ither dimensions will be reached which we have in reality. The benefit of this scheme of work is, that all polygons and the expressions for forces work can be described mathematically and calculations to be done with arbitrary correctness. Than all final results can be followed and took as correct at this boundary translation.

It will be demonstrated on simple examples how this method is applied. As a most simple block scheme will be taken this one on fig 2.

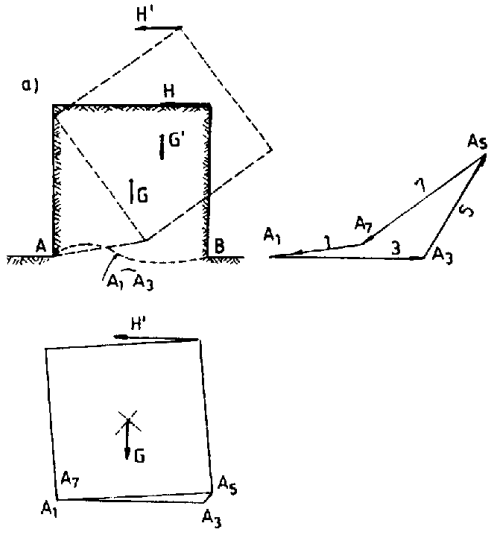


Figure 2

It consists of one single block, which is prismatic and on scheme a) its base can be seen. Many forces are applied on the block. If connections between particles of curve A and B vanish, under the action of forces presented- active and retaining, block will converge and on scheme b) is presented the new position. It is not physically possible. And calculated results of forces work are useless for any purpose. They are obtained just to compose correctly expressions for works and trough them, reducing the parameter nearly with zero, we obtain an expression very near to the sum of virtual works. But from it is very easy to obtain equilibrium expression, which is the final aim. And this equation can be used to go to investigation of stressed and strained block status. On the next schemes on fig. 3 are schematically presented many well known from the practice cases. It can be seen a slope after removal of part of the rock mass, restricted by the straight line AE.

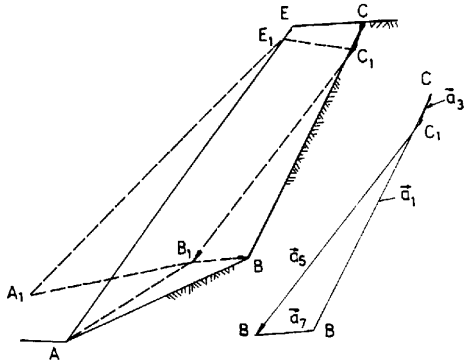


Figure 3

Under the action of active and retaining forces, the block realizes imaginative displacements and from position ABCE, comes to position A1, B1, C1, E1. With the aid of quadrangle BCC1B working forces are calculated and after the translation equilibrium equations are obtained, accepted as real ones. On fig. 4 is presented a rock mass, supposing that it is bordered by circular- cylindrical surface, divided to several elements. Trough the same procedure, for a defined element a procedure of

imaginative movement of all rock mass is made and after calculations this leads to real force interaction between elements. Procedure proposed has the advantage, that it responds the question, concerning the interaction on vertical walls of the elements. This important disadvantage of previous methods is pointed out by some authors (mentioned above Клейн, Цытович).

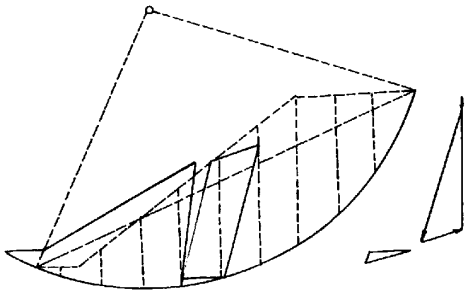


Figure 4

REFERENCES

Robert L. Schuster, Raymond J. Krisek, Landslider Analysis and Control, National Academy of Sciences Washington, D.C. 1978.

Кандов Л., Н.Йончева, М.Трифонова, Сл.Тотев. Инвариантно представяне уравненията на движение на равнинни механизми. Изд. МГУ "Св. Иван Рилски", София, 2002 (под печат).

Клейн Г.К. Строительная механика сыспучих тел, М. 1977 Цытович Н.А. Механика грунтов, М. 1968.

Ангелов К. Ръководство по инженерна геодинамика С. 1988.

Кандов Л. Възможност за изследване свлачищни движения чрез специабни функции. Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски", София, 2002.

Recommended for publication by Department of

Opencast mining and blasting technologies, Faculty of Mining Technology