

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТІЙКИХ
ПРИКОНТУРНИХ ТА ВНУТРІШНІХ ВІДВАЛІВ ПРИ РОЗРОБЦІ
НЕРУДНИХ РОДОВИЩ**

© O. Cherniaiev

**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION RESISTANT
AT CONTOUR AND INTERNAL DUMP AT DEVELOPMENT OF NON-
METALLIC DEPOSITS**

Розглянуті питання формування приконтурних та внутрішніх відвалів порід розкриву і відходів гірничого виробництва при розробці нерудних родовищ скельних корисних копалин, їх параметри і стійкість, на прикладі нерудних кар'єрів Придніпров'я.

Рассмотрены вопросы формирования приконтурных и внутренних отвалов вскрышных пород и отходов горного производства при разработке нерудных месторождений скальных полезных ископаемых, их параметры и устойчивость, на примере нерудных карьеров Приднепровья.

Вступ. Гірничодобувні підприємства України з розробки родовищ скельних (твердих) нерудних корисних копалин розташовуються в усіх областях держави окрім Волинської та Чернігівської областей. На таких родовищах ведеться видобуток вапняків, доломіту, пісковиків, гранітів, мігматитів, сієнітів, гнейсів, діоритів, андезитів, базальтів та ін. для переробки на було-щебеневопіщану продукцію, в основному, для металургії та будівництва. За геологічним походженням ці родовища відносяться до осадових, метаморфічних і магматичних. Перші мають переважно пластову і пластоподібну форму залягання (вапняки, доломіти, пісковики, мергелі і мергелясті опоки). Метаморфічні і магматичні родовища нерудних корисних копалин, приурочені до Українського кристалічного щита та відрізняються різноманітністю форм залягання: батоліти, лаколіти, штокоподібні, покривної форми і в вигляді куполів магматичної породи.

Нерудні родовища характеризуються наявністю покриваючих порід. Вміщені породи розкриву в продуктивних покладах корисних копалин зустрічаються переважно на флюсодоломітних та вапнякових родовищах в карстоподібних порушеннях. На інших нерудних родовищах вміщені породи розкриву зустрічаються вкрай рідко. Породи розкриву представлені в основному невитриманими за потужністю прошарками перем'ятих глинистих порід з уламками скельних включень. Покриваючий розкрив потужністю від 3 м до 20 м зустрічається на 86 % родовищ [1-2]. Винятками є деякі родовища гранітів, гранодіоритів і мігматитів, на яких покриваючі породи розкриву за потужності досягають 40-60 м (Рибальське, Крюківське, Чаплинське, Старобабанське, Новопавлівське родовища гранітів, Заваллівське графітове родовище) і флюсових вапняків - 80-120 м (Псилерахське, Каракубське). Породи розкриву на досліджува-

них родовищах переважно представлені четвертинними відкладеннями: супісками, суглинками, глинами, пісками, рідше глинистими сланцями, пісковиками. Нижче їх залягають шари вивітрених некондиційних корисних копалин (жорства, мергелясті породи, змінені граніти, мігматити, діорити і ін.). Їх потужність коливається від 1 до 12 м.

Особливістю родовищ скельних нерудних корисних копалин є їх розробка в межах кар'єрних полів порівняно невеликих за своїми розмірами. За даними систематизації [2] родовища гранітних і кам'яних кар'єрів України розробляються при наступних розмірах кар'єрних полів: довжина - від 420 до 1400 м; ширина - від 250 до 780 м; глибина - від 40 до 120 м. Перспективна глибина їх розробки можлива до 270 м [3-4]. У зв'язку з цим обсяги виймання розкривних порід на зазначених родовищах становлять від 500 до 35000 тис. м³, що менше в кілька десятків разів, ніж при експлуатації рудних родовищ відкритим способом. Геологічний (середній) коефіцієнт розкриву на таких родовищах становить $0,01 \div 0,53 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

До початку 21 століття проблема складування порід розкриву на нерудних (гранітних і кам'яних) кар'єрах вирішувалася шляхом розміщення їх виключно в зовнішніх відвалах. Це призвело до того, що в Україні площа земель під зовнішніми відвалами і шламосховищами нерудних кар'єрів (з урахуванням флюсодоломітових гірничодобувних підприємств) в 1,4-1,6 разів перевищила площу відчужуваних земель під кар'єрні поля. Тому почалися активні науково-дослідні пошуки в напрямку обґрунтування технології внутрішньокар'єрного складування розкривних порід і ін. відходів гірничого виробництва.

Постановка задачі. Практика проектування родовищ твердих нерудних корисних копалин показує, що перехід кар'єрів на відпрацювання родовищ із застосуванням внутрішньокар'єрного складування всіх видів відходів виробництва [1, 5] при зниженні відчужуваних земельних площ і значному скороченні дальності перевезення порід автотранспортом забезпечить значне заощадження природних і енергетичних ресурсів.

Внутрішньокар'єрне складування розкривних порід і відходів переробки корисних копалин повинно проводитися з підтриманням необхідного вантажопотоку на розкривних і видобувних роботах. Формування внутрішнього відвалу в виробленому просторі вимагає ув'язки параметрів відвалоутворення з глибиною і місцем розміщення порід розкриву, тривалістю функціонування на одному місці і кількістю переукладок на нижчележачі горизонти, а також з іншими параметрами системи розробки. Зазначені параметри залежать від використовуваних видів транспорту, застосування перевантажувальних пунктів і їх конструктивних особливостей, схем і організації введення транспортних комунікацій на нижні горизонти кар'єру [1, 5-9].

На вітчизняних нерудних кар'єрах під відвали розкривних порід і сховища відходів переробки корисних копалин використовується 22-50 % всієї площі земельних відводів. Гірничими відводами зайнято 20-36 % земель. Це в 1,5-2,5 рази менше площі відвалів і сховищ. Зменшення території землі під відвалами і

сховищами можливо тільки шляхом розміщення їх у виробленому просторі кар'єрів.

Метою роботи є встановлення основних параметрів формування внутрішніх відвалів порід розкриву та відходів гірничого виробництва при розробці нерудних родовищ скельних корисних копалин, розрахунок їх стійкості на прикладі нерудних кар'єрів Придніпров'я.

Виклад основного матеріалу. Основні ефективні технологічні рішення зі складування порід розкриву і ін. відходів гірничого виробництва, згідно з результатами зазначених досліджень, наступні: У початковий період експлуатації родовища розробка ведеться в обмеженій за площею частині кар'єрного поля, як правило там, де потужність покриваючих порід найменша [1, 5]. Гірничі роботи інтенсивно переміщуються в глибину до кінцевого контуру або певного, за глибиною, проміжного контуру [3-5, 9]. На поверхні кар'єрного поля незайнятій гірничими роботами здійснюється формування тимчасового приконтурного відвалу розкривних порід після відповідної підготовки території (зняття ґрунтово-родючих порід і чорнозему, їх складування в складах-буртах за межею кар'єрного поля). При цьому породи в приконтурний відвал укладаються селективно. За даними досліджень [1] обсяги порід розкриву становлять від 990 тис. м³ до 7700 тис. м³. Висота відвалу змінюється від 5 м до 50 м. Причому в останньому випадку приконтурний відвал може формуватися двох-трьох ярусним з висотою ярусів від 15 до 25 м.

Після формування кар'єра першої черги (КПЧ) розробка порід на робочому борту ведеться в крутих шарах із загальним посуванням борту до протилежного торця кар'єрного поля. Розкривні породи складуються у виробленому просторі кар'єру першої черги. Одночасно з відпрацюванням товщі покриваючого розкриву здійснюється також виймання порід в сформованому приконтурному відвалі. Таким чином виконується повторна переєкスカція порід розкриву приконтурного відвалу у внутрішній відвал. При доставці розкривних порід у вироблений простір можуть використовуватися як автосамоскиди так і колісні навантажувачі, внутрішні відвали як правило бульдозерні. Тому важливо забезпечити безпеку робіт зі складування розкривних порід і відходів якомога більш високими ярусами в ці відвали. У цьому випадку досягається найбільша ефективність процесів складування порід у відвал.

Аналізуючи вищезазначене можна відзначити, що приконтурні відвали на нерудних кар'єрах будуть східчастими за формою з неробочим укосом з боку КПЧ і робочим укосом з протилежного боку. Таким чином, на приконтурному відвалі посування фронту відвальних робіт здійснюється в напрямку від КПЧ до протилежного торця кар'єрного поля. При цьому яруси відвалу формуються поступово: спочатку перший (нижній), далі другий і третій. В цьому випадку повинна забезпечуватися безпека робіт зі складування порід в один ярус, нижній, а потім в верхні. Принципова схема робіт по формуванню ярусів зовнішнього і внутрішнього відвалів приведена на рис. 1. На рис. 2 наведена схема з положеннями майданчиків зрушення, що виникають на відвалі на неробочому і робочому бортах.

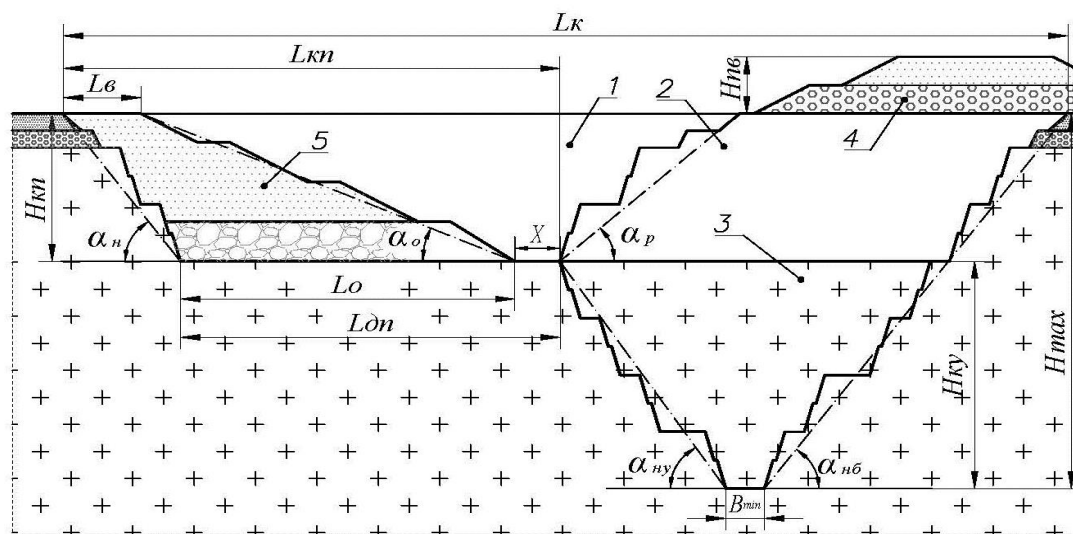


Рис. 1. Принципова схема формування приконтурного та внутрішнього відвалів при поетапній розробці нерудних родовищ: 1 – кар’єр першої черги; 2 – кар’єр другої черги; 3 – кар’єр третьої черги; 4 – приконтурний відвал; 5 – внутрішній відвал

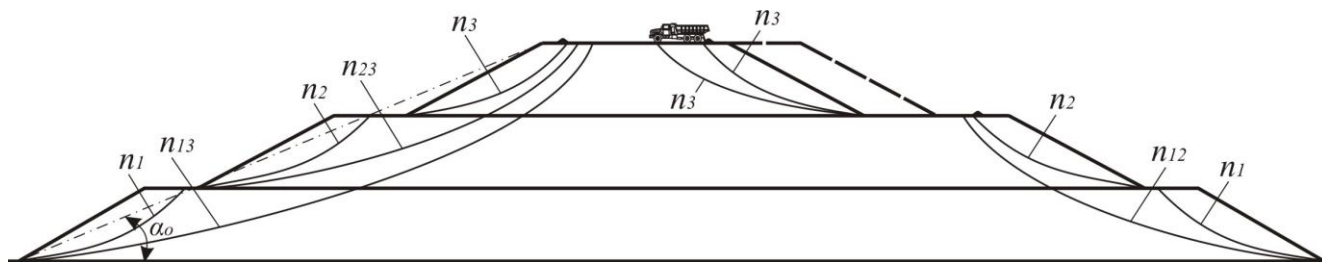


Рис. 2. Принципова схема положення площадок ковзання, виникаючих на відвалі на неробочих та робочих укосах: n_1, n_2, n_3 – положення площадок ковзання на першому, другому та третьому ярусах; n_{2-3} – положення площадки ковзання на верхніх ярусах; n_{1-3} – положення площадки ковзання на усіх ярусах відвалу; n_{1-2} – положення площадки ковзання на нижніх ярусах; n_3' – площадка ковзання по можливій бермі обрушення робочого ярусу

Внутрішньокар’єрне складування порід розкрити та відходів гірничого виробництва на нерудних кар’єрах твердих корисних копалин є тією еколого- та ресурсозберігаючою технологією, яка повинна всебічно застосовуватись при освоєнні родовищ. Для реалізації цієї технології кар’єрні поля потрібно розділяти на 2-3 етапи відпрацювання. На першому етапі розробляється кар’єр першої черги (етапу) (КПЧ) до заздалегідь визначеної глибини H_{kn} (рис. 1). Розміри кар’єру першої черги: довжина по поверхні L_{kn} ; довжина по дну L_{0n} ; ширина по поверхні B_{kn} ; ширина по дну B_{0n} .

При відпрацюванні КПЧ 1 породи розкрити повинні доставлятися на підготовлену поверхню в межах кар’єру другого етапу 2, де формується з них приконтурний відвал 4. В цей же відвал роздільно складуються також інші відходи

гірничого виробництва: відсіву, жорства, скельні породи, які не є корисною копалиною чи не відповідають технічним умовам для щебеневої сировини (валуни, вивітрені корисні копалини). Після досягнення розмірів $L_{кн}$ та $L_{он}$ поступово формується внутрішній відвал 5. При цьому в його яруси направляються породи розкриву з приконтурного відвалу 4 та інші відходи виробництва.

В нижню частину першого від дна КПЧ 1 ярусу укладаються скельні некондиційні породи, жорства, піщанисті різновиди та валуни. Таким чином формується водопроникний шар потужністю до 3 м для відведення атмосферних і підземних вод з-під відвалу 5 до кар'єрного водозбірника. Яруси внутрішнього відвалу 5 відсипаються від дна КПЧ 1 до поверхні поступово. При цьому висоту кожного ярусу потрібно визначати відповідно до фізико-механічних властивостей порід. Для відсипання відвалу 5 доцільно використати породоскати, які утворюють на неробочому боковому борті кар'єру.

У внутрішній відвал 5 поряд з породами приконтурного відвалу 4 також доставляються породи, що виймаються на розкривних уступах кар'єру другого етапу 2. Ті породи, які можуть бути використані в якості супутніх корисних копалин (в майбутньому) повинні складуватися у верхньому ярусі внутрішнього відвалу 5.

По закінченні відпрацювання кар'єру другого етапу 2 здійснюються гірничі роботи з поглибленням фронту до глибини H_{κ} в межах кар'єру етапу 3 без додаткового розносу бортів. На етапі відпрацювання кар'єру 3 розкривні роботи будуть відсутні. Кінцева глибина H_{\max} відпрацювання родовища на третьому етапі кар'єру 3 визначається за технологічними, економічними та геологічними умовами.

Визначення параметрів приконтурного відвалу

Висота приконтурного відвалу визначається за виразом [1]:

$$H_{\text{по}} = \frac{B_{\kappa}}{2\text{ctg}\alpha_{\text{не}}} - \sqrt{\frac{B_{\kappa}^2}{4\text{ctg}^2\alpha_{\text{не}}} + \frac{H_{\text{в}}(B_{\kappa} - H_{\text{в}} \cdot \text{ctg}\alpha_{\text{бс}})}{\text{ctg}\alpha_{\text{не}}} - \frac{H_{\kappa}[B_{\text{об}} + 0,5H_{\text{кп}}(\text{ctg}\alpha_{\text{б}} - \text{ctg}\alpha_{\text{н}})]}{K_{\text{ро}} \cdot \text{ctg}\alpha_{\text{не}}}}, \text{ м} \quad (1)$$

де B_{κ} – ширина кар'єру по поверхні, м; $\alpha_{\text{не}}$ – результуючий кут укосу приконтурного відвалу, град.; $H_{\text{в}}$ – середня висота уступів порід розкриву, м; $\alpha_{\text{бс}}$ – результуючий кут укосу борту в межах товщі покривних порід, град.; B_{κ} – ширина кар'єру по поверхні, м; $H_{\text{кп}}$ – глибина кар'єру першої черги, м; $\alpha_{\text{б}}, \alpha_{\text{н}}$ – результуючі кути робочих і не робочих укосів відвалу, град; $K_{\text{ро}}$ – коефіцієнт розпушення порід розкриву і відходів у відвалі.

Визначення параметрів внутрішнього відвалу

Об'єм порід у внутрішньому відвалі:

$$V_{\text{в}} = [H_{\text{в}}(L_{\kappa} - H_{\text{в}} \cdot \text{ctg}\alpha_{\text{бс}})(B_{\kappa} - H_{\text{в}} \cdot \text{ctg}\alpha_{\text{бс}}) + V_{\text{зв}}] \cdot K_{\text{ро}}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

де L_K – довжина кар’єру, м; $V_{зв}$ – об’єм відходів гірничого виробництва, які намічено розташувати у внутрішньому відвалі, м³;

Розмір внутрішнього відвалу по ширині кар’єрного поля (його довжина по фронту ділянки):

$$L_{OB} = B_D - H_{КП}(ctg\alpha_s - ctg\alpha_n) + H_{ПО}(ctg\alpha_n + ctg\alpha_s), \text{ м} \quad (3)$$

де B_D – розмір дна кар’єру в відвальній частині за шириною кар’єрного поля (ширина дна), м; $H_{ПО}$ – висота підсіпки відвалом неробочого борту КПЧ зі сторони розташування кар’єрних транспортних комунікацій над дном кар’єру, м;

Довжина відвалу на поверхні в напрямку перпендикулярному його фронту:

$$B_{OB} = \frac{2[H_B(L_K - H_B \cdot ctg\alpha_{\text{бв}})(B_K - H_B \cdot ctg\alpha_{\text{бв}}) + V_{зв}]K_{po}}{B_D - H_{КП}(ctg\alpha_s - ctg\alpha_n) + H_{ПО}(ctg\alpha_n + ctg\alpha_s)} - (L_{ДП} - B_{ДР})H_{КП}, \quad (4)$$

де $B_{ДР}$ – залишкова довжина дна КПЧ, яка не заповнюється внутрішнім відвалом, приймається 40-60 м.

Визначення результуючого кута укосу внутрішнього відвалу в залежності від його висоти. Результуючий кут укосу відвалу α_o змінюється з висотою H_o за залежністю (рис. 3).

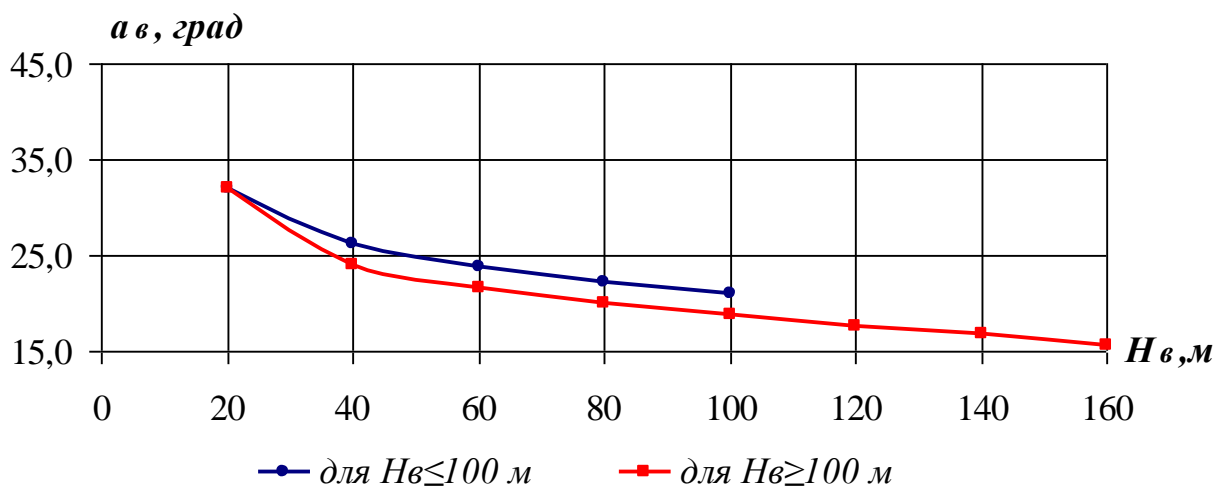


Рис. 3. Графік залежності результуючого кута укосу відвалу від його висоти

Зазначена графічна залежність апроксимована у вигляді наступної аналітичної залежності:

– для відвалу висотою до 100 м:

$$\alpha_s = -3 \times 10^{-5} H_s^3 + 0,0079 H_s^2 - 0,6646 H_s + 42,398 \quad (5)$$

– для відвалу висотою понад 100 м:

$$\alpha_s = -1 \times 10^{-5} H_s^3 + 0,005 H_s^2 - 0,5728 H_s + 41,101 \quad (6)$$

Зазначену аналітичну залежність рекомендується застосовувати при призначенні висоти $H_{кп} = H_e$.

Відповідно до методичних вказівок [10] відвали твердих порід (в тому числі пісків і гравійних порід), що відсипаються на поверхню щільних нешаруватих порід, зберігають стійкість при кутах природного укосу, що змінюється, в межах 34-38° практично при будь-якій висоті. Таким чином, породи скельного розкриву (без домішок глинистих включень) можна складувати в приконтурному і внутрішньому відвалі на необхідну висоту: перші - до 50 м, другі - до повної глибини КПЧ.

Параметри багатоярусних відвалів м'яких глинистих порід на міцній основі повинні визначатися розрахунком на граничну рівновагу по круглоциліндричних або плавним криволінійним поверхням зсування, що перетинаються в нижній точці укосу (див. рис. 2). Його контур будується згідно з [10] із заукосною нижньої частини відвалу під кутом природного укосу і поступовим виположуванням укосу догори.

Перевірочні розрахунки проводяться по найбільш нестійким профілям поверхонь (площадок) зрушення, тобто для найбільшої висоти уступу. Величина коефіцієнтів запасу стійкості повинна відповідати його розрахунковим значенням (для укосів відвалів глинистих порід $n_p = 1,2$ - для укосів їх ярусів $n_p = 1,2$).

Безпека відвальних робіт при бульдозерному відвалоутворенні піщано-глинистих порід розкриву в яруси встановлюється зазначеним вище розрахунком з урахуванням навантажень застосовуваного обладнання [10]. Для описуваних гірничотехнічних умов найбільше застосування знайшли автосамоскиди вантажопідйомністю 30 ÷ 55 тонн. Використовуються на планування робочого майданчика і зштовхуванні порід під укіс відвального ярусу бульдозери з потужністю двигуна 130-300 к.с. Розрахункова схема безпечного розташування обладнання на розвантажувальному майданчику відвалу приведена на рис.4.

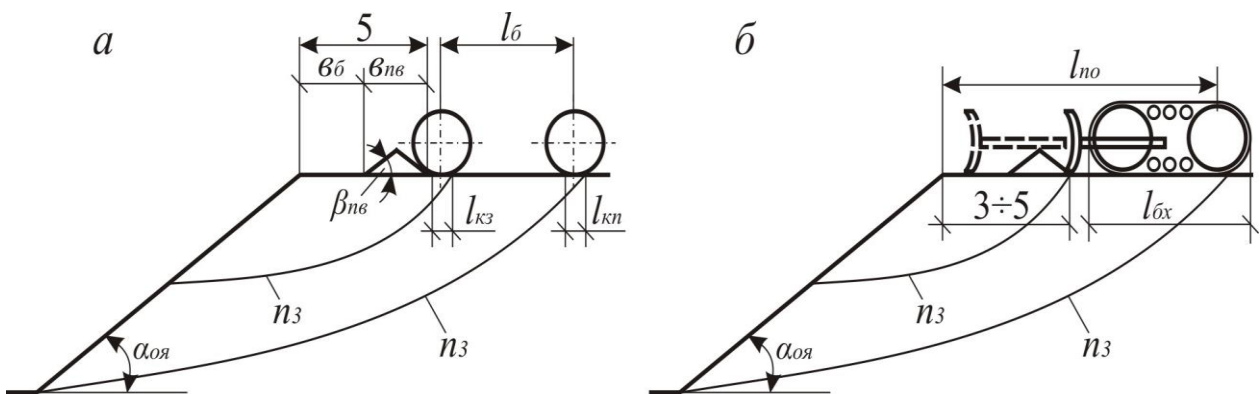


Рис. 4. Схема безпечного розташування на відвальному ярусі автосамоскида (а) і бульдозера (б)

Безпека робіт при розвантаженні автосамоскидів забезпечується наступним чином. Автосамоскид розвантажує свій кузов за запобіжний вал, зупиняється

від бровки відвального ярусу на відстані (див. рис. 4а) таким чином, щоб його задні колеса упиралися в запобіжний вал не ближче ніж 5 м від бровки. Після розвантаження кузова автосамоскид від'їжджає з майданчика. Далі бульдозером здійснюється зіштовхування породи під укiс (відвалу). При русі бульдозера перпендикулярно брiвці одночасно здійснюється формування запобіжного валу висотою не менше 0,5 м висоти заднього колеса найбільшого за вантажністю автосамоскида. При роботі зі складуванням глинистих порід розкриття в одна-русні високі відвали (див. рис. 4) автосамоскид під розвантаження повинен встановлюватися на безпечній відстані. Далі весь обсяг вивантажених порід зіштовхується під укiс відвального ярусу бульдозером. Так як вага бульдозера в 2-3 рази менше ваги автосамоскида, то умова безпеки (від обвалення, сповзання призми шириною 10-11 м) робіт виконується.

Розрахунок стійкості відвального ярусу виконується з урахуванням навантажень, які надає на площадці автосамоскид при його розвантаженні та породний вал під задніми колесами, а також навантажень бульдозера при зіштовхуванні породи під укiс. Оцінка стійкості проводиться по поверхнях (див. рис. 2) і додатково по - поверхні оконтурюючої призми, на яку впливає вага запобіжного валу і задній міст автосамоскида (рис. 4а), а також половини ваги бульдозера при скиданні породи під укiс (рис. 4б) і виїзді його на призму. Вага породного валу (τ) визначається за виразом:

$$P_{ne} = \frac{1}{4} e_{ne}^2 \times tg\beta_{ne} \times \gamma_{ne} \quad (7)$$

Вага заднього моста автосамоскиду з урахуванням порід що розвантажуються [9]:

$$P_{zm} = \frac{2}{3} (P_{ma} + Q_{na}) \quad (8)$$

де e_{en} - ширина основи породного валу, м; β_{ne} - кут природного укосу порід валу, град; γ_{ne} - об'ємна вага порід валу, т/м³; P_{ma} - вага тари використовуваного автосамоскида, т; Q_{na} - вага породи в автосамоскиді, т.

Вага навантажень, що припадає на 1 погонний метр призми обвалення на розвантажувальному майданчику відвального ярусу, визначиться відповідно:

$$\Delta P_{no} = \frac{P_{zm}}{e_{kz} \times l_{kz}} + \frac{P_{ne}}{e_{ne}} = \frac{2}{3} \times \frac{(P_{ma} + Q_{na})}{e_{kz} \times l_{kz}} + \frac{1}{4} e_{ne} \times tg\beta_{ne} \times \gamma_{ne} \quad (9)$$

де e_{kz} - ширина задніх шин по колії, м; l_{kz} - довжина задніх шин в колії, м.

Навантаження від ваги бульдозера відповідно:

$$\Delta P_{\sigma} = \frac{P_{\sigma}}{2(l_{\sigma x} \times v_{\sigma x})} \quad (10)$$

де P_{σ} - вага бульдозера, т; $l_{\sigma x}$, $v_{\sigma x}$ - відповідно довжина і ширина гусеничного полотна, м.

Для вищевказаного обладнання за наведеними методиками [9] визначені коефіцієнти запасу стійкості відвального ярусу (n_1 , n_2 , n_3 рис. 5) та відвалу складеного з кількох ярусів ($\sum_{i=1}^m n_i$), показники стійкості наведені на рис. 5.

Показники стійкості відвалу були розраховані на основі фізико-механічних властивостей порід розкриву на кар'єрах Придніпров'я.

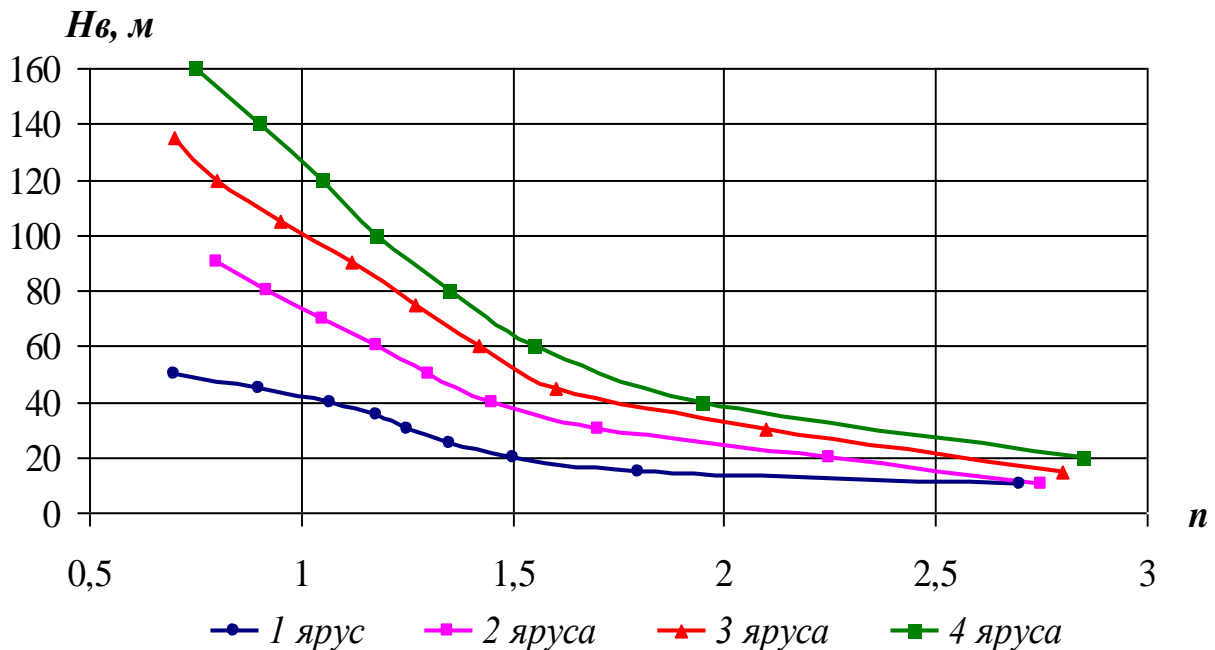


Рис. 5. Залежність коефіцієнту стійкості від висоти відвального ярусу

Висновки. На основі наведених залежностей можна зробити висновок, що на відвалах нерудних кар'єрів можливо забезпечити безпеку робіт з укладання порід при висоті ярусів до 35 м із загальною висотою відвалу до 100 м.

З отриманих результатів бачимо що стійкість відвального ярусу (n_1 , n_2 , n_3), висотою 35 м та відвалу складеного з кількох ярусів ($\sum_{i=1}^m n_i$), який може сягати до 100 м – задовольняє умовам стійкості [10]. Також слід зазначити, що при використанні інженерних споруд для забезпечення заданої стійкості укосів відвалу (контрфорсної призми) можливо збільшити загальну висоту як окремого ярусу так і всього відвалу.

Перелік посилань

1. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон / Звіт про НДР / Державний ВНЗ «НГУ». – Керівник В.І. Симоненко. - № ДР 011U000532. – Дніпропетровськ, 2011. – 315 с.
2. Симоненко В.И. Систематизация гранитных и каменных карьеров для исследования ресурсосберегающей технологии их разработки / В.И. Симоненко, А.В. Черняев., А.В. Мостыка // Зб. Наук. праць НГУ. – Дніпропетровськ: НГУ, 2007. – № 27. – с. 47-51.
3. Симоненко В.И. К установлению зависимостей между параметрами системы разработки при отработке нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием / В.И. Симоненко, А.В. Черняев // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць (Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України). – Дніпропетровськ, 2006. – Вип. 62. – с. 93-97.
4. Симоненко В.И. К определению предельной глубины разработки нерудных месторождений строительных материалов / В.И. Симоненко, А.В. Черняев // Сб. научн. тр.– НГУ, – Днепр-ск: – РИК НГУ, 2005, – № 20. – С.103-107.
5. Симоненко В.І. Про напрямки удосконалення технології розробки корисних копалин на гранітних та кам'яних кар'єрах / В.И. Симоненко // Матеріали міжн. конф-ї «Форум гірників - 2006». Д.: НГУ, 2006. – с. 147-150.
6. Черняев А.В. Эффективность доработки нерудных месторождений нерудных строительных материалов в глубину ниже границы подсчета запасов / А.В. Черняев // Геотехническая механика. – 2006. – № 65. – С. 172-178.
7. Dryzhenko A., Shustov A, Adamchuk A. 2016. Prospects for future mining of steep iron-ore deposits in the context of Kryvbas / A. Dryzhenko, A. Shustov, A Adamchuk // Metallurgical and Mining Industry. Issue 10, p. 46-52.
8. Анисимов О.А. Технология строительства и разработки глубоких карьеров: Монография / О.А. Анисимов // – Д.: Национальный горный университет, 2015. – 272 с.
9. Симоненко В.І. Технологічні аспекти еколого- та ресурсозберігаючих технологій відпрацювання прирощених запасів при ліквідації нерудних кар'єрів / В.І. Симоненко, О.В. Черняев, Л.С. Гриценко // Збірник наукових праць НГУ. – 2017. – №50. – С. 92-100.
10. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ, 1972. – 164 с.

ABSTRACT

Purpose. Substantiation of optimal parameters for formation of near-boundary and internal dumps during the development of non-metallic deposits of rock minerals and determination of the safety factor for the stability dumps of various designs.

The methods of research. The main parameters of the formation of dumps and their coefficient of stability were established with the help of graphical analytical methods.

Findings. The main parameters, based on the calculations performed, of the formation the near-boundary and internal dumps and their stability factor are established.

The originality. The researches of the stability of the dumps, performed for a wide range of their parameters, are executed. The parameters of formation of internal heaps during the development of non-metallic deposits are optimized.

Practical implications. The received parameters of the formation internal dump allow to optimize the work on the formation of intracatch storage of overburden.

Keywords: *deposits of non-metallic minerals, quarry, dump, stability*