

Волокітін В.С., магістр 1 курс, група 184М-24-1м,
гірничо-металургійний факультет
Наукові керівники: Назаренко В.О., д.т.н., професор
Бруй Г.В., к.т.н., доцент

Технічний університет "МЕТИВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА", м. Запоріжжя, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ВІДВАЛУ ТА ПЛОЩЕЮ ВІДВЕДЕНОЇ ПІД НЬОГО ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

У сучасному світі, де індустріалізація та видобувні роботи є невід'ємною частиною економіки, проблема раціонального використання земельних ресурсів набуває дедалі більшої актуальності. Важливим аспектом у цьому контексті є розуміння взаємозв'язку між параметрами відвалів, таких як об'єм, висота та форма, та площею, яку вони займають. Відвали, що утворюються в процесі гірничих робіт та інших індустріальних процесів, можуть значно впливати на екологічний стан територій та ефективність використання земельних ресурсів.

Встановлення чіткого зв'язку між геометричними параметрами відвалів та площею їхнього розміщення дозволить оптимізувати процеси планування і управління земельними ресурсами. Це, своєю чергою, сприятиме мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище та підвищенню ефективності використання земельних ділянок.

Ця публікація присвячена дослідженню взаємозв'язку між параметрами відвалів та площею, яку вони займають. В рамках дослідження використовуються сучасні методи маркшейдерських знімів та аналізу даних, що дозволяє отримати детальне розуміння взаємозалежностей та розробити рекомендації щодо оптимізації використання земельних ресурсів.

Під час проведення аналітичних досліджень приймали, що насипи порожніх порід і некондиційних корисних копалин, які видобувають і видаляють під час відкритої розробки в межах виробленого простору кар'єра, називають внутрішніми, а ті, які транспортують за контури кар'єру - зовнішніми.

Зовнішнє відвалоутворення має місце переважно під час розробки відразу на всю потужність пластовидібних покладів, що мають горизонтальне або близьке до нього залягання. Під час розробки потужних похилих або крутих пластів порожні породи транспортуються на зовнішні відвали, розташовані на значній відстані від кар'єра.

Існує й комбіноване відвалоутворення. Його зазвичай застосовують за значної потужності розкриття і доопрацювання нижнього розкривного уступу за безтранспортною або транспортно-відвальною системою, коли організація другого ярусу внутрішніх відвалів для приймання породи з розкривних уступів, що відпрацьовуються за транспортною системою, потребує великого обсягу планувальних робіт.

Ця робота мала за мету з'ясувати, як певні параметри кар'єрів України впливають на площі внутрішніх і зовнішніх відвалів. Подібний взаємозв'язок може простежуватися і щодо площі траншей. Визначальними параметрами, що впливають на площу під відвал або траншею, є глибина залягання кар'єру і кут відкосу бортів.

Висота відвальних уступів залежить від фізичних властивостей порід, ступеня їхнього осушення, ваги відвального і транспортного устаткування, розмірів відвалоутворювачів, типу і характеру розвитку відвалів тощо. Висота відвалів на більшості кар'єрів встановлюється дослідним шляхом.

При цьому, оптимальну висоту відвалу в межах кар'єру визначають з урахуванням кількох важливих факторів:

1. *Геологічні умови:* Включають тип та стан ґрунту, наявність підземних вод, сейсмічну активність і стабільність порід. Інженери-геологи проводять детальні дослідження для оцінки можливих ризиків обвалів або зсувів.

2. *Механічні властивості матеріалів:* Враховуються щільність, кут внутрішнього тертя та когезія матеріалів, які утворюють відвал. Це допомагає оцінити, яку вагу і висоту можуть витримати ґрунти.

3. *Кліматичні умови:* Враховується кількість опадів, вологість повітря, температурні коливання. Умови можуть впливати на стабільність відвалу, особливо під час тривалих дощів або значних температурних змін.

4. *Конструктивні характеристики:* Проектувальники розглядають методи будівництва відвалу, такі як терасування або встановлення дренажних систем, що можуть підвищити стабільність відвалу і дозволити збільшити його висоту.

5. *Нормативні вимоги:* Існують місцеві, національні та міжнародні стандарти і регламенти, які обмежують висоту відвалів для забезпечення безпеки працівників та мінімізації екологічного впливу.

Процес визначення допустимої висоти відвалу включає комплексний аналіз усіх вищезазначених факторів, модельні розрахунки та, за потреби, лабораторні експерименти. Це дозволяє забезпечити безпечне та ефективне управління відвалами в межах кар'єру.

Площа, відведена під відвали, і місткість відвалів повинні забезпечувати розміщення всього обсягу розкриву з урахуванням порід із міжпластів і відсортованих під час видобутку корисної копалини.

Для кількісної оцінки перемішуваних обсягів розкривних порід використовується спеціальний показник, званий коефіцієнтом розкриву. Коефіцієнт розкриву К показує, скільки одиниць розкривних порід необхідно перемістити в межах кар'єра або за його межі, щоб добути одиницю корисної копалини.

І в своїх дослідженнях брали до аналізу вже існуючі відвали і траншеї, з їх фактичними показниками, які систематизувалися і узагальнювалися. У дослідженні закономірностей порушення земель під час розроблення горизонтальних родовищ враховувалися такі дані:

Ширина залишкової траншеї $B=40\text{м}$;	Довжина зовнішнього відвалу $L_{\text{д}}=120\text{м}$;
Ширина виїзної траншеї $b=20\text{м}$;	Ширина зовнішнього відвалу $L_{\text{ош}}=135\text{м}$;
Потужність корисної копалини $h=5\text{м}$;	Ширина кар'єрного поля $L_{\text{д}}=3000\text{м}$;
Довжина кар'єрного поля $L=1250\text{м}$;	Коефіцієнт розкриву $K_{\text{р}}=1,2$;
Потужність розкриву $H_{\text{о}}=50\text{м}$;	$\gamma=45^{\circ}$; $\beta=35^{\circ}$; $\alpha=50^{\circ}$.

Розрахунки виконувались за наступними формулами.

Площа внутрішнього відвалу:

$$S_{\text{вн.о}}=(L+H_{\text{т}}\text{ctg}\gamma-b-H_{\text{о}}\text{ctg}\beta)(L_{\text{д}}+H_{\text{т}}\text{ctg}\gamma-B-H_{\text{о}}\text{ctg}\beta).$$

Площа капітальної траншеї:

$$S_{\text{кт}}=\frac{b+2bH_{\text{м}}\text{ctg}\beta}{2} * \frac{H_{\text{м}}}{i}$$

Об'єм капітальної траншеї:

$$V_{\text{кт}}=\frac{H_{\text{м}}^2}{i} \left(\frac{b}{2} + \frac{H_{\text{м}}}{3\text{tg}\gamma} \right)$$

Об'єм розрізної траншеї:

$$V_{\text{рл}}=[B+h(\text{ctg}\alpha+\text{ctg}\gamma)+(H_{\text{м}}-h)\text{ctg}\gamma](H_{\text{м}}-h)*[L+H_{\text{м}}\text{ctg}\gamma]$$

Площа залишкової траншеї:

$$S_{\text{от}}=L(B+2H_{\text{т}}\text{ctg}\gamma)$$

Площа виїзної траншеї:

$$S_{\text{вт}}=(L_{\text{д}}-(B+H_{\text{т}}\text{ctg}\gamma))(2bH_{\text{т}}\text{ctg}\beta)$$

Площа зовнішнього відвалу:

$$S_{\text{во}}=\frac{V_{\text{к}}+V_{\text{р}}}{H_{\text{о}}}+S_{\text{осндо}}$$

Результати розрахунків наведені у таблиці.

№ п.п.	Глибина залягання, м	Об'єм капітальної траншеї, тис. м ³	Об'єм розрізної траншеї, тис. м ³	Площа внутрішн. відвалу, тис. м ²	Площа зовнішн. відвалу, тис. м ²	Площа залишкової траншеї, тис. м ²	Площа виїзної траншеї, тис. м ²	Площа капітальної траншеї, тис. м ²
	$H_{\text{т}}$	$V_{\text{кт}}$	$V_{\text{рл}}$	$S_{\text{вн.о}}$	$S_{\text{во}}$	$S_{\text{от}}$	$S_{\text{вт}}$	$S_{\text{кт}}$
1	20	19,05	1223,3	3427,9	49,79	100,04	168,06	33,24
2	25	32,75	1765,1	3448,4	49,80	112,55	209,72	51,75
3	30	51,45	2375,2	3468,9	49,81	125,06	251,23	74,35
4	35	75,87	3054,3	3489,5	49,83	137,57	292,60	101,04
5	40	106,72	3803,1	3510,1	49,84	155,08	333,83	131,80
6	45	144,71	4622,5	3530,8	49,86	162,59	374,92	166,65
7	50	190,57	5513,2	3551,5	49,88	175,10	415,86	205,58
8	55	245,01	6475,8	3572,3	49,90	187,61	456,66	248,60
9	60	308,74	7511,3	3593,1	49,92	200,12	497,32	295,70
10	65	382,47	8620,2	3614,0	49,49	212,63	537,83	346,88

Якщо розглянути залежність обсягу траншеї від її висоти, то можна помітити деяку закономірність. Чим більша глибина залягання пласта, тим більший обсяг розрізної траншеї. Виразивши це у відсотковому співвідношенні, ми бачимо, що в разі підвищення глибини залягання пласта на 25% (від 20 м до 40 м), зростання об'єму йде на 14-10% відносно один одного. А за глибшого залягання (від 40 м до 80 м), на 2-3% відносно один одного. Наприклад: за глибини залягання пласта 25 м обсяг капітальної траншеї зріс на 67% відносно 20м залягання, а за 30м - на 53% відносно 25 м залягання.

Той самий висновок можна зробити і щодо обсягу капітальної траншеї. Але зростання його починається з 15% (від 20 до 40 м залягання пласта) і закінчується на 5-3% (від 40 до 80 м) відносно один одного.

Аналізуючи залежності вище зазначених площ одна від одної за глибини залягання 60 м, можна помітити, що на 1 місці стоїть площа внутрішнього відвалу, на 2 місці - площа виїзної траншеї, на 3 - площа капітальної траншеї, на 4 - площа зовнішнього відвалу, і на 5 місці - площа залишкової траншеї. Ця залежність при зменшенні глибини залягання пласта змінюється. За 20м залягання на 1 місці стоїть площа внутрішнього відвалу, на 2 - площа виїзної траншеї, яка менша за площу внутрішнього відвалу в 14 разів. На 3 місці - площа залишкової траншеї, на 4 - площа зовнішнього відвалу, яка менша за площу внутрішнього відвалу в 26 разів.

Якщо аналізувати всі три розрахунки, в яких змінюється коефіцієнт розкриву і кути, то можна зробити висновок, що за крутіших кутів обсяги капітальної і розрізної траншеї менші, ніж за більш пологих кутів. Найбільші обсяги траншей вийшли за кутів 45°, 30°, 40°. Що стосується площ, то відмінності між ними незначні.