

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО БАЛАНСУ ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ ОБВОДНЕНОГО РОЗСИПНОГО РОДОВИЩА ЗАСОБАМИ ГІДРОМЕХАНІЗАЦІЇ

В роботі наведено дослідження водного балансу при відкритій розробці розсипного титано-цирконієвого родовища засобами гідромеханізації з урахуванням підземного водоносного горизонту та поверхневих вод.

В работе приведены исследования водного баланса при открытой разработке россыпного титано-циркониевого месторождения средствами гидромеханизации с учетом подземного водоносного горизонта и поверхностных вод.

The paper presents the study of the water balance during open-placer deposits of titanium and zirconium jetting means, including the underground aquifer and water superficialis.

При відкритій розробці обводнених розсипних родовищ засобами гідромеханізації з застосуванням плаваючих земснарядів виникають проблеми з водним балансом на різних стадіях освоєння родовища.

Складові водного балансу змінюються в залежності від варіанту системи розробки і стадії освоєння родовища.

При гідровидобутку з застосуванням земснарядів із кар'єру на збагачувальну фабрику поступає руда в вигляді гідросуміші, яка вміщає глинисті і піщані частинки та важкі мінерали.

Для умов Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського розсипного титано-цирконієвого родовища середній вміст важкої фракції в руді складає 80 кг/м³. При цьому об'ємний вміст важкої фракції становить біля 5 %. Ця величина менша, ніж похибки при вимірах витрат видобутої руди та води. Тому об'єм відходів збагачення практично дорівнює об'єму видобутої руди або й дещо перевищує його внаслідок розпушення гірської породи. В розрахунках балансу об'єм концентрату можна не враховувати.

Розглянемо варіанти коли у водному балансі потрібно розрізняти два періоди: 1) період, в якому породи розкриву розміщають на зовнішньому відвалі і необхідна підпитка системи водою з зовнішнього джерела; 2) період, коли дефіцит об'єму води компенсується внутрішнім відвалом.

Складові балансу вимірюються в об'ємних одиницях витрати, м³. Згідно з довідником по гідромеханізації [1], питома витрата води q на видобуток і транспортування руди з вмістом глини 15% становить 15 м³ на 1 м³ руди. При цьому витрати води можна визначити як добуток виробничої потужності кар'єру в об'ємному вираженні Π на питому витрату води:

$$Q=q*\Pi, \text{ м}^3$$

Збагачення титано-цирконієвих руд проводиться з допомогою гравітаційних та магнітно-електричних властивостей гірських порід та здійснюється в 3 стадії. На першій стадії з руди відмивається глиниста фракція, масовий вміст якої стано-

виль 12-19 %, в середньому 15 %. Об'ємний вміст глини приблизно співпадає з масовим. Гідросуміш глинистих хвостів підлягає згущенню. Згущені глинисті хвости направляються у хвостосховище і вода з них не повертається. Тому витрата гідросуміші після видалення глини зменшується на величину:

$$Q = \Pi * C_2 (1 + W_2), \text{ м}^3,$$

де C_2 – вміст глини в руді, W_2 – вологість глинистих хвостів збагачення.

На другій стадії здійснюється гравітаційне збагачення руди, що призводить до утворення піщаних (кварцевих) хвостів збагачення. Останні направляються у хвостосховище, де пісок осідає, а вода акумулюється та повертається в кар'єр.

Об'ємний вихід піщаної фракції V_n дорівнює:

$$V_n = \Pi * (1 - n), \text{ м}^3,$$

де n – пористість руди в природному заляганні. Рудні піски у природному стані характеризуються об'ємною масою в сухому стані в середньому $1,76 \text{ т/м}^3$. Пористість піску визначається із формули:

$$n = (\gamma_{ск} - \gamma_{об}) / \gamma_{ск},$$

де $\gamma_{ск}$ – питома маса мінерального скелету, $2,7 \text{ г/см}^3$, $\gamma_{об}$ – об'ємна маса сухого ґрунту, $1,76 \text{ т/м}^3$. Підставляючи дані, одержимо $n = 0,35$.

Кількість води, яка залишається в порах піщаних хвостів, дорівнює видобутку об'ємного виходу піску на вологість хвостів W_n :

$$Q = \Pi * C_n * (1 - n) * W_n, \text{ м}^3.$$

Таким чином, витрата води, яка повертається в кар'єр, зменшується на суму:

$$D = \Pi * C_2 (1 + W_2) + \Pi * C_n * (1 - n) * W_n, \text{ м}^3.$$

Після винесення продуктивності за скобки отримаємо вираз:

$$D = \Pi * [C_2 (1 + W_2) + C_n * (1 - n) * W_n], \text{ м}^3.$$

Цей вираз відображає дефіцит води в системі зворотного водопостачання при видобутку руди та розробці розкривних сарматських пісків одноківшевіми екскаваторами та автосамоскидами.

Розглянемо витрати води при застосуванні технології розробки, коли і руду, і розкрив розробляють за допомогою земснарядів. Оскільки потужність сармату становить 16 м, а рудного поклада 10 м, продуктивність по розкриву в 1,6 разів більша продуктивності видобутку: $\Pi_p = 1,6 \Pi$. Сарматський пісок розкриву складують у гідровідвалі, де він осідає, а вода повертається в систему зворотного водопостачання. При цьому дефіцит води $D_{розкр}$ в системі оборотного водопостачання дорівнює добутку:

$$D_{розкр} = \Pi_p * (1 - n) * W_{сп}, \text{ м}^3,$$

де n – пористість піску в природному заляганні, $W_{\text{сп}}$ – вологість піску в гідровідвалі.

Наведемо приклад розрахунку дефіциту води при автотранспортній системі розробки розсипів на першому етапі гірничих робіт (проходження розрізної траншеї).

Проектом передбачена річна продуктивність кар'єру по рудних пісках - 2700 тис.м³.

Режим роботи кар'єру наступний: кількість робочих тижнів у році - 52; кількість робочих днів у році - 365; кількість робочих днів на видобутку у тижні - 7; кількість змін на добу - 2; тривалість зміни - 12 годин.

Необхідно відмітити, що робота земснаряда в зимній період ускладнюється внаслідок замерзання води в кар'єрі. Термін такого періоду становить біля 2 місяців – приблизно з половини грудня до половини лютого. Тому в розрахунках приймаємо кількість робочих днів - 300. При цьому добовий об'єм руди $П$ становить 9 тис. м³/добу. Приймаємо $C_2 = 0,15$, $W_2 = 1$, $C_{\text{п}}^* = 0,85$, $n = 0,35$, $W_{\text{п}} = 0,5$. Тоді значення питомого дефіциту на одиницю продуктивності дорівнює 0,58.

При цьому дефіцит води в системі зворотного водопостачання буде рівнятися 5186 м³/добу або 216 м³/год.

Згідно з даними [1], питома витрата води $q = 15$ м³ на 1 м³ видобутку руди. Таким чином, в оборотному водопостачанні при видобутку 9 тис. м³/добу необхідно 135 тис. м³/добу води, або 5,6 тис. м³/год, з яких повернеться в систему 129,8 тис. м³/добу. Завдяки отриманим даним можна визначити видатність насосного обладнання видобувного земснаряда і насосних агрегатів зворотного водопостачання.

Баланс води в оборотній системі може бути порушений внаслідок припливу води в кар'єр. Як показали попередні дослідження [2] приплив підземних вод із неогенового водоносного комплексу на першій стадії видобувних робіт становить всього біля 1 тис. м³/добу і його можна не враховувати.

Для розрахунку припливу поверхневих вод використовуються дані про опади і випаровування які наведені в табл.1.

Таблиця 1

Середня кількість опадів і випаровування, мм

Місяці												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Опади, мм												
44,6	34,8	31,8	36,3	44,6	57,8	54,9	38,4	36,6	32,7	41,7	49,9	504,1
Випаровування із суші (евапотранспірація), мм												
4	13	36	54	72	82	76	66	44	29	9	2	487
Стік, мм												
40,6	21,8	0	0	0	0	0	0	0	3,7	32,7	47,9	146,7

Як видно із даних табл.1, середньорічний приплив поверхневих вод при нормі стоку 146,7 мм і водозбірній площі 7 км² становить 116 м³/год, що відпо-

відає половині дефіциту в оборотній системі. Однак, як видно із даних в теплий період року стік практично відсутній. В той же час існує можливість злив, коли притік поверхневих вод на порядки більший, ніж підземних. Площа водозбору кар'єру досягає 8 км². За даними метеостанції Комісарівка, що знаходиться на відстані 12 км від Мотронівсько-Аннівського кар'єру, за добу може випасти до 75 мм опадів. Притік дощових вод може досягти 600 тис. м³/добу, або 25 тис. м³/год.

Ливневі води повинні бути використані для регулювання рівня води у кар'єрі. В дощові періоди їх слід скидати із кар'єру в накопичувач, а в засушливі - використовувати для підпитки систем водопостачання.

Після того, як створяться умови для внутрішнього відвалоутворення в кар'єрі, компенсація втрат води може здійснюватися двома способами:

1) розміщення відходів збагачення у виробленому просторі кар'єру та організація зворотного водопостачання;

2) намив або відсипка у воду піску розкриття сарматського ярусу з подальшим формуванням на його поверхні відвалу глиняних порід.

При відсипці сарматського піску у воду об'єм частинок піску повинен дорівнювати об'єму видобутої руди плюс об'єм сарматського піску. Висота пририми намиву повинна бути більшою ніж сума потужності руди та води.

При розрахунках кількості піску для компенсації дефіциту води приймаються наступні характеристики пісків сармату. Кут природного укосу сарматських пісків у не зруйнованому сухому стані 30-34°, під водою до 23°. Щільність сухого ґрунту в гранично пухкому складі 1,22 г/см³, у гранично щільному складі 1,56 г/см³. Коефіцієнт пористості в гранично пухкому складі 1,18, у гранично щільному - 0,70. Повна вологоємність 31,1%. При коефіцієнті пористості 1,18 об'єм розробки сарматського піску буде дорівнювати 1,44 тис. м³/год.

Таким чином, проведені дослідження водного балансу при відкритій розробці розсипних титано-цирконієвих руд на прикладі Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища дозволили встановити, що при підводному видобутку рудних пісків - 9 тис. м³/добу необхідно забезпечити систему водопостачання водою в об'ємі - 135 тис. м³/добу, або 5,6 тис. м³/год. При цьому дефіцит води в системі водопостачання буде складати біля 6 тис. м³. Підпитка системи водопостачання забезпечується з резервного накопичувача води, який в свою чергу використовується в дощові періоди року для скидання зайвих поверхневих вод з кар'єру.

Список літератури

1. Ялтанец І.М. Справочник по гидромеханизации. - М.-Горная книга.- 2011.- 737 с.
2. Собко Б.Ю. Вплив розробки Мотронівсько-Аннівської ділянки Малишевського родовища на гідрогеологічні умови території/ А.М.Гайдін, А.М.Лазніков // Збірник наукових праць НГУ.- 2014.- № 45 - С.184-189.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Симоненком В.І.
Надійшла до редакції 05.11.2014*