

Выводы

1. Показано, что для катанки из стали марки 85-1, произведенной по специально разработанной технологии, могут быть получены такие же структура (дисперсность перлита) и механические свойства проволоки, как и для катанки стали С82D2, микролегированной ванадием.
2. Показано, что из-за более низкой глубины обезуглероженного слоя произведенная по специальной технологии катанка более чувствительна к образованию мартенсита деформации на поверхности, что требует соблюдения мер предосторожности, предусмотренных DIN EN ISO 16120-1:2011.
3. Переработка катанки диаметрами 8,0; 10,0 и 11,0 мм на метизном переделе показала удовлетворительную технологичность при волочении и соответствие временного сопротивления нормам ТИ 285-МТ-ПР-109-2010, что необходимо для производства высокопрочных пряжей по prEN 10138-3:2005.
4. Стабилизированные высокопрочные пряжи диаметром 9,3; 12,5 и 15,2 мм из катанки стали 85-1, которую изготавливали по специально

разработанной технологии, соответствуют требованиям prEN 10138-3:2005.

Библиографический список

1. Влияние качественных характеристик высокоуглеродистой катанки на свойства канатной проволоки / Э. В. Парусов, В. В. Парусов, О. В. Парусов, Л. В. Сагура, А. И. Сивак, А. Б. Сычков // *Металлург. и горноруд. Пром-сть.* – 2010. – № 1. – С. 17-19.
2. Сравнительное исследование качественных характеристик высокоуглеродистой катанки различных производителей, применяемой для изготовления канатной арматуры / Э. В. Парусов // *Металлург. и горноруд. Пром-сть.* – 2014. – № 4. – С. 44-47.
3. Особенности производства и оценка технологичности переработки на метизном переделе высокоуглеродистой катанки из стали, микролегированной ванадием / В. В. Парусов, Э. В. Парусов, Л. В. Сагура, О. В. Парусов, Н. Н. Силуянова // *Металлург. и горноруд. Пром-сть.* – 2012. – № 5. – С. 53-55.

Поступила 03.12.2014



УДК 504.5.06+622.69

Орлінська О. В. /д. г. н./, Максимова Н. М.
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Пікареня Д. С. /д. г. н./
Дніпродзержинський державний технічний університет

Розвиток підтоплення і забруднення підземних вод на територіях, прилеглих до відвалів гірничорудної промисловості

Розроблена трьохстадійна геомеханічна модель впливу відвалів на прилеглі території. З її використанням проведена оцінка ступеня розвитку небезпечних техногенних процесів в залежності від складу, висоти та маси відвалів і геологічного розрізу порід, що його підстилають. Іл. 1. Бібліогр.: 4 найм.

Ключові слова: гірські породи, відвали, геологічне середовище, водоносні горизонти, підтоплення, зсуви

There developed three-stage geomechanic model of influence of dump pits on the associated areas. With its usage there fulfilled evaluation of the degree of development of dangerous industrial processes depending on the composition, height and mass of dump pits and geologic rock section, its underlying.

Keywords: geological material, dump pits, geological environments, waterbearing stratum, underflooding, earth slide

Негативний вплив відвалів гірничорудної промисловості на небезпечні техногенні процеси привертає увагу багатьох дослідників. Досліджуються наступні аспекти: 1) хімічне вивітрю-

вання та накопичення продуктів вивітрювання у довікллі внаслідок вітрового переносу (пиління) і вимивання розчинних хімічних компонентів атмосферними опадами з наступним сто-

ком в ґрунти і підземні води; 2) стійкість укосів відвалів і, як наслідок, обмеження їх відсипки за висотою, об'ємом, масою; 3) акумуляція частини атмосферних опадів у тілі відвалів. Однак, поза увагою залишаються причини виникнення біля відвалів, особливо скельних порід, значних зон підтоплення, виходів високомінералізованих джерел, поява техногенних водоносних горизонтів, бугрів випирання зв'язних порід по периферії відвалу, ділянок високого ступеню забруднення ґрунтів, підземних та поверхневих річкових вод.

Для встановлення механізмів розвитку небезпечних техногенних явищ проведені дослідження щодо визначення дії навантажень від відвалів на підстилаючу їх основу. При теоретичному моделюванні осідання основи відвалів використовувалися методи лінійно-деформованого шару і півпростору та комп'ютерна програма «Paxis». Моделювання виконували для Лівобережного відвалу скельних порід Південного гірничо-збагачувального комбінату (м. Кривий Ріг) та Піщанського відвалу пухких розкривних порід кар'єроуправління «Кварц» (м. Кременчук) [1]. Експериментальні дослідження багатопарових моделей (скельні уламки – глини, суглинки – пісок), що відповідають геологічному розрізу шарів гірських порід, які підстилають відвал, проводилися на одометрі та пресах [2].

Масив Лівобережного відвалу висотою до 102 м займає площу близько 900 га. Умовно прийнятий однорідним із співвідношенням розкривних порід (сланці, кварцити) та окислені залізисті кварцити 1:1. Для моделювання встановлені наступні значення щільності порід: для залізистих кварцитів $\rho = 3800 \text{ кг/м}^3$; для сланців криворізької серії $\rho = 3090 \text{ кг/м}^3$. Розрахункова середня щільність з урахуванням 45 % пустотності масиву порід (наявність пустот незалежно від їх розміру і форми в результаті нещільного прилягання уламків гірських порід один до одного) в тілі відвалу становить 1900 кг/м^3 , а виходячи з 15 % пустотності складання відвалу – 2900 кг/м^3 .

У Піщанському відвалі площею близько 15 га та висотою біля 33 м заскладовано розкривні піски з глинистою складовою і пісковики. Вони добре ущільнюються і в подальших розрахунках пустотність масиву прийнята як 10 %. Середня щільність розкривних порід, що складають відвал, становить 2100 кг/м^3 , при цьому для піску – 2100 кг/м^3 , для пісковика – 2500 кг/м^3 .

Результати моделювання свідчать, що осідання основи Лівобережного відвалу змінюється від 0,18 м до 1,86 м, а Піщанського – від 0,14 м до 0,25 м в залежності від обраної щільності і методів розрахунку. Експериментальні досліджен-

ня дозволили встановити наступні закономірності: на величину відносного стиснення порід впливають їх склад, тривалість та рівень навантажень; під дією тиску більше 1,6 МПа глини та суглинки набувають жорсткості, а уламки скельних порід, що імітують породи відвалу, проникають в них, за рахунок чого глинисті різновиди втрачають власну суцільність.

Результати досліджень свідчать, що вплив від навантажень призведе до зменшення пористості пісків в середньому на 5 % і максимум на 14 % при розрахунку від стовідсоткової первинної пористості або з 0,35 частки одиниці до 0,33-0,30 часток одиниці за даними пресування. Отже це призведе до зменшення об'ємів води у стиснених водоносних горизонтах та підйому рівнів ґрунтових вод (зменшення коефіцієнту фільтрації пісків, розраховане на основі формули Крюгера, становить на 11,0-26,0 %).

На підставі теоретичних розрахунків, експериментальних досліджень і аналізу відомих факторів сформульована концептуальна модель розвитку підтоплення і забруднення підземних вод на територіях, прилеглих до відвалів (рис. 1).

Перша стадія. Незначна вага відвалів розкривних (4,8 м при щільності $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$) і скельних порід (3,4-5,3 м в залежності від щільності 2900 кг/м^3 і 1900 кг/м^3) на початкових стадіях їх відсипки не приводе до суттєвої зміни фізико-механічних властивостей підстилаючих гірських порід. На цій стадії суглинки і глини – пластичні, вони частково вижимаються з під відвалу, проникають між уламками скельних порід тіла відвалу та у нижчезалягаючі піски. Поступово зменшується пористість пісків за рахунок стиснення, а також насичення глинами, що підтверджується мікроскопічним вивченням зразків після експериментальних досліджень на одометрі при $p = 0,1 \text{ МПа}$ [3], (рисунок).

Друга стадія. Початок другої стадії впливу відвалів пухких (95,4 м при $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$) і скельних (68,8-105,3 м при $\rho = 2900 \text{ кг/м}^3$ і 1900 кг/м^3 відповідно) порід на довкілля характеризує розвиток процесів течії. Це встановлено експериментами на пресах при тисках 2,0 МПа. Залежність відносного стиснення від дії навантаження описується рівнянням апроксимації $y = 0,0017x^{0,3241}$ при достатній ступені її достовірності $R^2 = 0,9429$ (див. рис. 1). На цій стадії зменшуються потужність, пористість, водообільність пісків, залягаючих в основі відвалу, а зв'язні породи, які підстилають відвал, набувають текучості. Отже, на територіях, прилеглих до скельних відвалів, що мають три і більше уступів, формуються бугри випирання пластичних порід і техногенні водоносні горизонти, які впли-

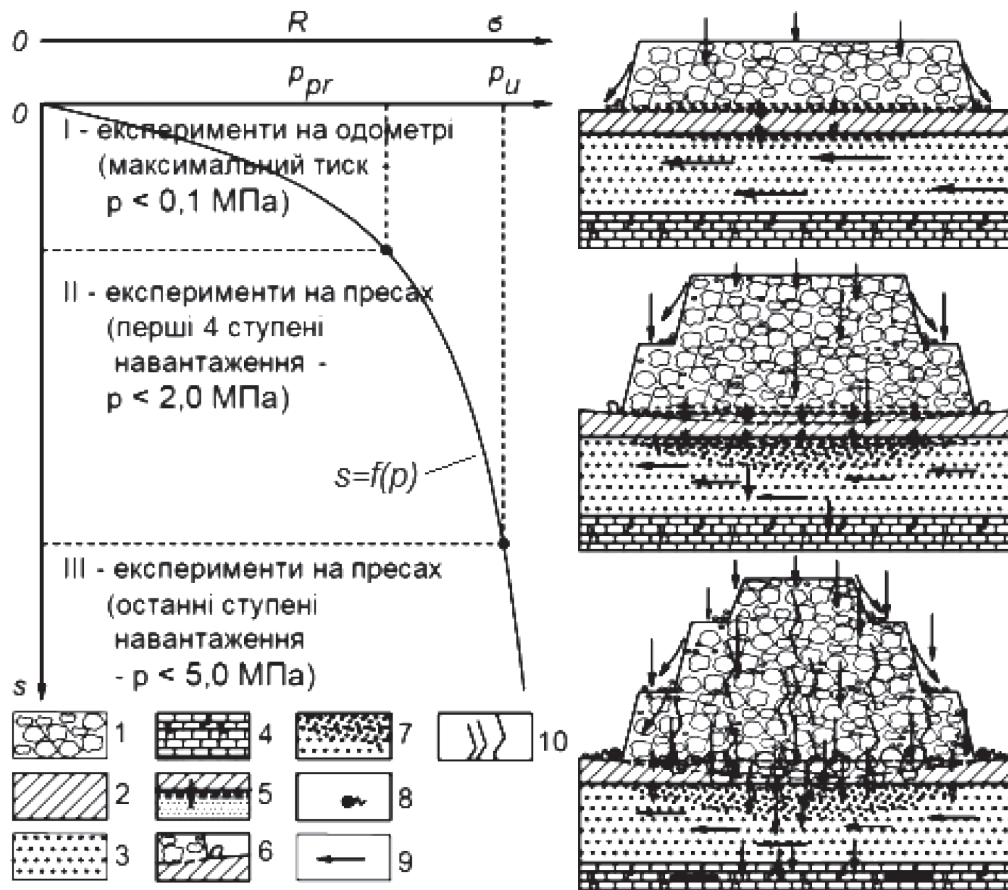


Рисунок. Концептуальна модель розвитку підтоплення і забруднення підземних вод на територіях прилеглих до відвалів гірничорудної промисловості:

1 – скельні породи тіла відвалу; 2 – суглинки; 3 – пісок; 4 – вапняк тріщинуватий; 5 – напрям дифузії порід; 6 – бугри випирання пластичних порід; 7 – ущільнення піщаного шару; 8 – виходи джерел; 9 – напрям руху розчинів; 10 – зони порушень; R – опір ґрунту основи; σ – нормальне напруження; p_{pr} – початкове критичне навантаження; p_u – питоме критичне навантаження

вають на фізико-механічні властивості підвідвальних порід, а також є передумовою утворення зсувів.

Третя стадія. Зростання висоти відвалів, що містять уламки скельних порід, приводить до порушення цілісності підстилаючих зв'язних порід захисного екрану внаслідок їх взаємопроникнення і переходу глинистих порід з пластичного стану в жорсткий. Це призводить до інфільтрації внутрішньовідвальних агресивних вод у підземні. Постійний вплив діючого відвалу скельних порід на підстилаючу основу призводить до деформації ґрунту, а отже і до порушення стійкості ґрунтового масиву. Настання останньої стадії розглядається під час компресійних досліджень на пресах, $p = 3,7-5,3$ МПа ($y = 0,0027x^{0,2949}$ при $R^2 = 0,9656$), що відповідає висоті відвалів пухких порід (175-251 м при $\rho = 2100$ кг/м³) і скельних порід (127-181 м і 194-277 м при щільності $\rho = 2900$ кг/м³ і 1900 кг/м³ відповідно – див. рисунок).

На цій стадії навколо відвалу скельних порід набувають розвитку процеси підтоплення;

забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод хімічними домішками Pb, Zn, Co та ін., зростання сольового стоку місцевих водотоків (до 45,06 кг/добу відносно впливу Лівобережного відвалу на стан р. Інгулець); внаслідок збільшення концентрації NaCl у підземних водах підвищується швидкість карстоутворення до 4,1 км²/рік; зростає інтенсивність зсувоутворення на ділянках з розчленованим рельєфом.

Слід зазначити, що опис умов, типових для першого етапу, зустрічається в спеціалізованих дослідженнях виробничих організацій [4] при огляді розвитку зсувів тіла відвалу, а можливість виникнення другої і третьої стадії не розглядаються взагалі.

Висновки та рекомендації

1. Осідання основи скельних відвалів, на відміну від відвалів м'яких техногенних відходів, призводить до значних змін фізико-механічних властивостей підвідвальних шарів порід: зменшуються потужність ґрунтових шарів, пористість водонасичених пісків (до 14 % при наванта-

женнях 2,9 МПа) і їх коефіцієнтів фільтрації (до 26 %), причому в породній основі відвалів, представленої розрізом «скельні уламки – глиниста порода – піщана порода», утворюються дифузійні тріщини внаслідок вдавлювання скельних уламків у в підстилаючі глинисті породи.

2. В результаті осідання основи відвалу відбувається вижимання води з нижчезалягаючих водоносних горизонтів (зменшення пористості водонасиченої основи до 35,4 %) з подальшим утворенням нового техногенного водоносного горизонту і ділянок підтоплення на прилеглих територіях, що обумовлює розвиток зсувів.

3. Розвиток процесів підтоплення і забруднення підземних вод, утворення карсту і зсувів під впливом відвалів на підстилаючу породну основу можна відобразити за допомогою трьох стадійної концептуальної моделі, в якій на першій стадії відбуваються пластичні деформації порід основи за рахунок зменшення пористості пісків і набуття пластичності глинистими породами; на другій – проявлена текучість зв'язних підвідвальних порід, яка супроводжується зменшення їх потужності, пористості, водообільності і формуванням техногенних водоносних горизонтів навколо відвалів; на третій – порушується цілісність протифільтраційного екрану і стійкість ґрунтового масиву.

4. Для мінімізації шкідливого впливу породних відвалів гірничо-видобувної промисловості на довкілля доцільно виконати корегування проектів ділянок складування відходів гірничорудної промисловості: відвали скельних порід за створюваним тиском (1,6 МПа) на породну основу обмежити за висотою та площею відсишки. Ділянками для складування техногенних відходів гірничорудної промисловості рекомендується обирати зони виходу міцних слаботріщинуватих скельних порід, а відвали пухких порід зі створюваним тиском до 1,0 МПа улаштувати на фундаменті з корозійностійкого бето-

ну високоміцних марок або ін'єктувати породну основу в'язким. Для зменшення деформування шарів гірських порід, підстилаючих відвалів необхідно на стадії проектування при підготовці основи передбачати осушення майбутніх підвідвальних порід.

Бібліографічний список

1. Орлинская О. В. Рудные отвалы как фактор подтопления и загрязнения прилегающих территорий / О. В. Орлинская, Н. Н. Максимова, Д. С. Пикареня // *Екологічна безпека: [Наук. журнал Кременчуцького нац. ун-ту ім. М. Остроградського]*. – Кременчук: КрНУ. – 2013. – № 1 (15). – С. 28-32.

2. Орлинская О. В. Развитие опасных экологических явлений под действием нагрузки от отвалов скальных пород / О. В. Орлинская, Д. С. Пикареня, Н. Н. Максимова, Е. А. Шевченко // *Екологія Центрально-Черноземной обл. Рос. Федерации: [Научно-технич. журнал по проблемам экологии, охраны окружающей среды и рац.-го природопользования Липецкого эколого-гуманит. ин.-та]*. – 2013. – № 1-2 (30-31). – С. 50-58.

3. Максимова Н. Н. Рудные отвалы как фактор загрязнения грунтов, поверхностных и подземных вод прилегающих территорий / Н. Н. Максимова // *Зб. наук. праць НГУ.* – 2013. – № 40. – С. 187-193.

4. Оцінка регіональних змін інженерно-геологічних умов Кривбасу у зв'язку з розробкою залізрудних родовищ: Звіт про інженерно-геологічні роботи (2001-2008 рр.; геологічне завдання) / КП «Південукргеологія»; І. Ольшанська, В. Бутирін, В. Чумаченко. – У-01-255/2. – Книга 1, Текст. – Дніпропетровськ: КП «Південукргеологія», 2008. – 247 с.

Поступила 20.11.2014

