

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ ПРИ ИХ ДОРАБОТКЕ

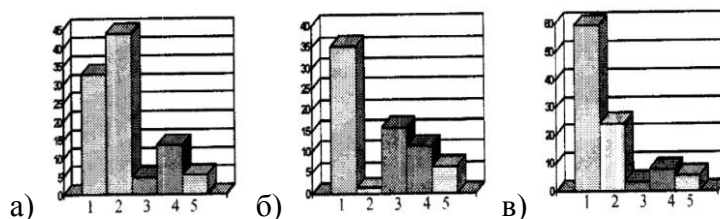
Розглянуто питання раціонального використання просторів відпрацьованих кар'єрів. Обґрунтовано технологію встановлення бортів кар'єра у неробочий стан зі створенням площадок під об'єкти необхідної ширини. Викладено особливості проведення технології пошарової гірничотехнічної та біологічної рекультивациі.

PERFECTION OF TECHNOLOGY RECULTIVATION OF QUARRIES AT THEM COMPLETION

The questions of the rational use of working area of quarries are considered. The technology of setting of sides quarry in non-working position with a creation of grounds for construction the objects of necessary width is explained. The features of technology of layer mine-technical and biological recultivation are expounded.

Постановка задачи. В настоящее время в Украине наиболее экономически выгодным является добыча полезного ископаемого открытым способом. Минерально-сырьевая база представлена в основном такими горнодобывающими регионами, как Кривбасс, Западный Донбасс, Никопольско-Марганцеворудный бассейн, Вольногорский горно-обогатительный комбинат, карьеры по добыче флюсового сырья и строительных материалов.

В горнодобывающих регионах практически не сохранились природные территории с естественной горно-геологической средой, с исходными ландшафтами и экосистемами. Так, в Донецко-Приднепровском регионе ненарушенные природные территории составляют всего 0,3% площади. Экосистемы на остальных территориях либо существенно модифицированы (81,5%), либо существенно трансформированы (8,25%). Анализ показывает (рис. 1), что площадь нарушенных земель составляет 66,4...83,6% и связано с ведением горных работ и отвалообразованием (рис 1) [1].



1 – горные выработки; 2 – отвалы вскрышных пород и шламохранилища; 3 – водохранилища, аккумулярующие бассейны; 4 – промплощадки и инженерные коммуникации; 5 – другое (по Весел Н.Н., Мормуль Т.Н.)

Рис. 1 – Структура нарушенных земель Украины: а), б), в) соответственно по Днепровскому буроугольному, Предкарпатскому сероносному и Никопольскому марганцеворудному бассейнам

¹ Данная работа выполнена под руководством док-ра техн. наук, проф. М.С. Четверика

Неусовершенствованная технология проведения рекультивационных работ приводит к тому, что сельскому хозяйству возвращается только до 30-40% земель использованных под горные объекты. Поэтому актуальным является рациональное использование пространств отработанных карьеров, отвалов, проведение горнотехнической и биологической рекультиваций нарушенных земель.

В этом направлении выполнены исследования и практические внедрения такими организациями как НГУ, КТУ, НАГУ, ГНИГРИ, ИППЭ НАНУ, ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ, проектными институтами Кривбасспроект, Укрги-проруда и др. Значительный вклад по использованию и восстановлению нарушенных земель внесли Бекаревич Н.Е., Горлов В.Д., Масюк Н.Т., Тартаковский Б.Н, Семенов А.П., Шапарь А.Г., Дриженко А.Ю., Симоненко В.И., Четверик М.С. и др. Но, вопросы систематизации объектов, которые могут быть размещены в пространствах отработанных карьеров, технология установки бортов в нерабочее положение и технология горнотехнической и биологических рекультивации недостаточно обоснованы.

В этой связи актуальными являются следующие задачи:

1. Разработка систематизации объектов, которые рационально и экологически безопасно располагать в пространствах отработанных карьеров.
2. Обоснование технологии установки бортов карьеров в нерабочее положение с созданием площадок необходимой ширины для размещения объектов в процессе доработки карьеров.
3. Разработка технологии горнотехнической и биологической рекультивации.

Сущность исследований. Систематизация объектов, размещенных в отработанном карьере. Для того, чтобы рационально и эффективно использовать пространства отработанных карьеров, необходимо заблаговременно на стадии проектных работ установить целесообразность размещения того или иного объекта. Это позволит в процессе доработки карьера выполнить капитальные работы для создания запроектированного объекта.

Размещение объектов в пространствах отработанных карьеров зависит от многих факторов: климатических условий, параметров карьера и объекта, удаленности его от селитебной и промышленной зоны и др. Поэтому на стадии доработки карьера необходимо рассматривать вопросы систематизации будущих объектов, которые могут быть размещены в его пространстве.

С учетом проведенных исследований проф. Б.Н. Тартаковского нами разработана систематизация таких объектов для различных отраслей промышленности: горное производство, сельское хозяйство, металлургическая, легкая промышленность, энергетика, городское и коммунальное хозяйство, объекты спортивного и культурного назначения [2].

Из приведенной систематизации следует два этапа:

- а) разработка технологии горных работ, обеспечивающей создание в пространстве отработанного карьера площадок необходимой ширины, на которых планируется размещение объектов;

б) создание технологии послойной рекультивации по восстановлению свойств в нарушенной геологической среде ее природных.

Технология установки бортов карьеров в нерабочее состояние. Для размещения объектов в пространстве отработанного карьера важным является создание площадок необходимой ширины. Создание таких площадок возможно при увеличении высоты уступов при установке их в нерабочее состояние. Существующие технологии установки уступов карьеров в нерабочее состояние предусматривают «гладкое» взрывание, что исключает проявление заколов вглубь ненарушенного массива и повышает устойчивость уступов [8]. Повышение их устойчивости может быть достигнуто при применении анкерного крепления [3].

Доработка карьера высокими уступами и установка их в нерабочее состояние с созданием площадок определенной ширины для размещения объектов требует решения технологических и геомеханических задач.

Технологическая задача заключается в проведении эффективных буровзрывных работ. Сложность обусловлена необходимостью бурения глубоких скважин (до 45-60м), взрыванием массива, с обеспечением заданной кусковатости и отсутствием заколов и глубоких трещин.

Геомеханическая задача заключается в обеспечении длительности стойкости высоких уступов. Она достигается при применении анкерного крепления на определенных, опасных с точки зрения стойкости, участках.

Теоретически ширину рабочей площадки под будущие объекты предлагаем определять по следующей формуле (1):

$$Ш_{p.o.} = h_{y_i} Ш_n \left(\frac{1}{h_{y_i}} - \frac{1}{h_{y_{ni}}} \right) * ctg \alpha_{ni} \quad (1)$$

где $Ш_{p.o.}$ – ширина рабочей площадки под будущие объекты, м; h_{y_i} – высота уступа в процессе эксплуатации карьера, м; $Ш_n$ – ширина нерабочей площадки, м; $h_{y_{ni}}$ – высота уступа при постановке борта карьера в нерабочее положение, м; α_{ni} – угол откоса нерабочего уступа, град.

Как видно на рис. 2 при высоте уступа в 45 м можно создать площадки под объекты до 55-60м.

Предлагаем несколько технологических схем ведения горных работ при отработке высокими уступами. Она из них – технологическая схема отработки высоких уступов мехлопатами ЭКГ-5, ЭКГ- 8 и драглайном, представленная на рис. 3.

Эта схема имеет, как ряд преимуществ, так и недостатков. Преимущества при применении этой схемы следующие:

- обеспечивается раскрытие последующего уступа в карьере с выполнением выемочно-погрузочных и транспортных работ в «сжатых» условиях.

- возможность отработки обводненной части месторождения без введения на нижнюю площадку уступа транспортных коммуникаций, с располо-

жением транспортного средства на горизонты стояния драглайна.

- исключение перегрузочного звена (при ведении работ только мехлопатами типа ЭКГ – 5, ЭКГ – 8).

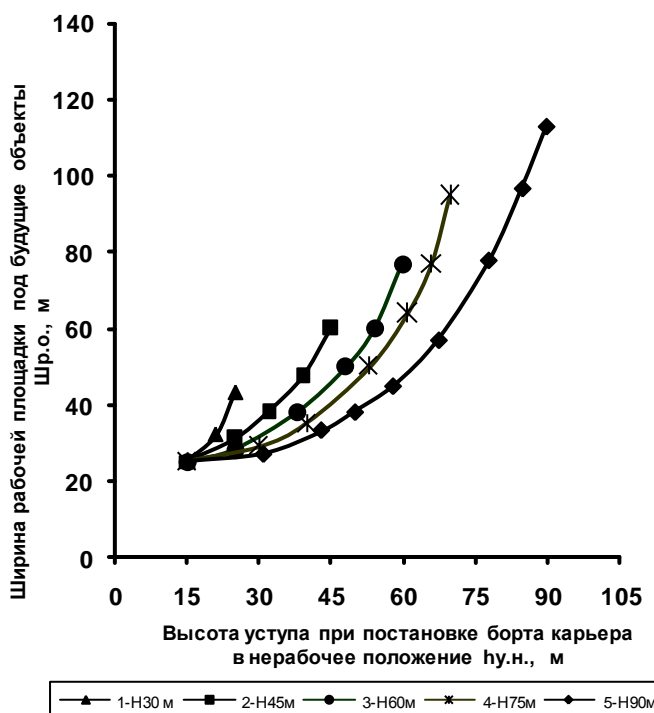


Рис.2 – График зависимости ширины рабочей площадки под будущие объекты от высоты уступа

Уменьшение высоты подъема полезного ископаемого автосамосвалами по наклонным выработкам и повышение производительности карьерного транспорта.

Для достаточного увеличения высоты уступов, которые отрабатывают, сотрудниками объединенной группы специалистов ИПКОН РАН и ННЦ ГПИГД им. А.А Скочинского разработан новый тип экскаватора – кранлайн ДПШ-15.50 [4]. Применение кранлайна в сочетании с ЭКГ позволяет более рационально создать широкую площадку для размещения объектов (рис. 4).

Следует выделить основные технологические достоинства конструкции кранлайна – как экскаватор может точно и безударно разгружать горную породу в транспорт и как драглайн вести отработку нижним черпанием уступов высотой 30 м и более при малом удельном давлении опорной базы.

Технология проведения горнотехнической и биологической рекультивации. Естественная геологическая среда четвертичных отложений имеет свойства как система, в которой породы (лессовидные) с высокими фильтрационными параметрами пропускают влагу (атмосферные осадки). Породы с низкими фильтрационными параметрами (глины) ее задерживают, а пески и частично лессовидные породы накапливают. Таким образом, горные породы, в которых разные физико-механические характеристики, создают водообменную систему в геологической

среде. При горных разработках (открытых и подземных) происходит нарушение естественной геологической среды. Это приводит с одной стороны к низкому качеству рекультивационных земель, с другой – к повышению уровня подземных вод в ненарушенной геологической среде.

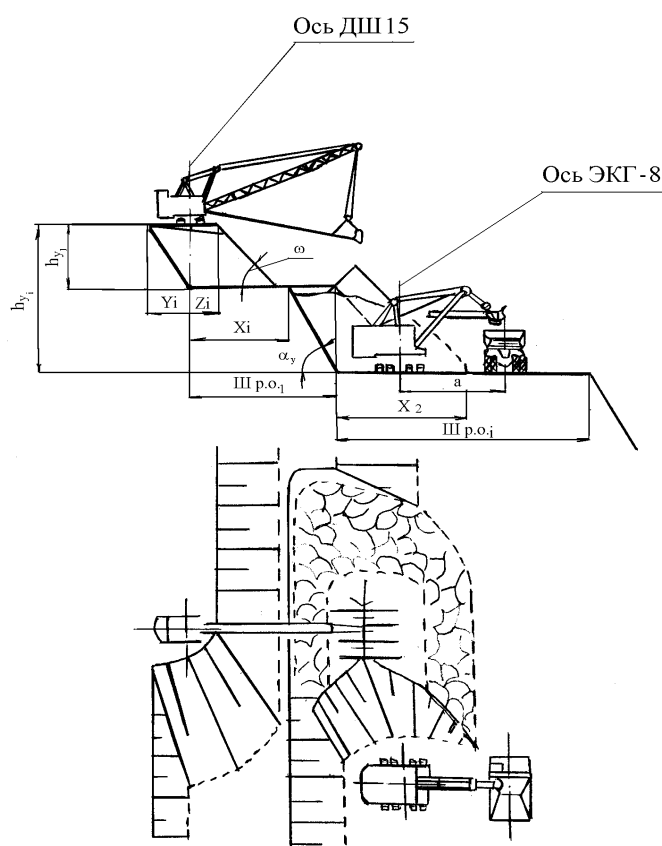


Рис. 3 – Технологическая схема обработки уступов системой «мехлопата-драглайн»

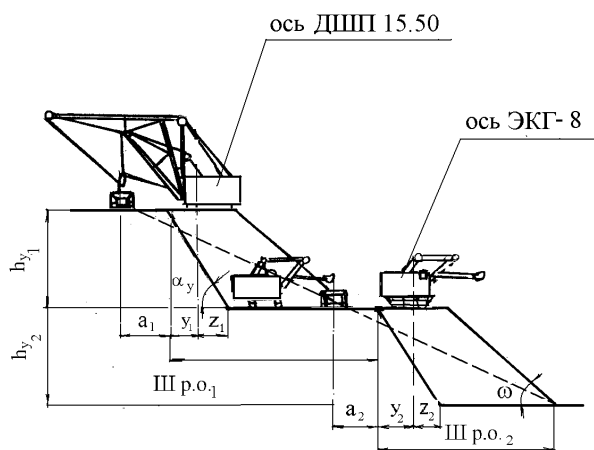


Рис. 4 – Технологическая схема обработки уступов системой «мехлопата-кранлайн»

В естественных условиях основное накопление влаги для питания растений происходит в осенне-зимний период в верхнем водоносном горизонте. Насыщение влаги растениями происходит через зону аэрации, и благодаря вертикальной

пористости лессовидных пород может меняться от 5-10м к 15м [5]. В многочисленных исследованиях Горлова В.Д. и других была предложена теоретическая универсальная схема-структура мощности созданного рекультивированного слоя на отвалах горных пород и выведена формула определения мощности рекультивированного слоя с учетом формулы Жюрена [6]. Известно, что при экскавации лессовых пород, складированию их в отвал, планировании и уплотнении происходит разрушение естественного строения лессов. Следовательно, изменяется физика процесса капиллярного поднятия воды, которая является важной характеристикой при формировании почвенно-растительного слоя. Таким образом, рекультивация, проведенная по этой технологии, не дает позитивные результаты, и качество плодородия земель остается низким.

В техногенных ландшафтах возобновить свойства естественной геологической среды возможно при использовании технологии послойной горнотехнической и биологической рекультивации.

Сущность данной технологии заключается в последовательном проведении горнотехнической и биологической рекультивации, а именно в последовательной укладке пород. Сначала на горные породы или отходы обогащения подстилаем водоупор (глину и глинистые отложения), водонакопитель (песок), слой грунтово-плодородных пород (лессовидные породы), чернозем. Толщина слоя выбирается с учетом высоты капиллярного поднятия системы высаженных растений. После формирования первичной корневой системы, насыпаем еще слой потенциально-плодородных пород, и высаживаем растения, а после этого, как корневые системы станут целостны, насыпаем слой чернозема [7]. Последовательно возобновленная нарушенная капиллярная система почвы (см. рис. 5) позволит накапливать осенне-зимнюю влагу, создать зону аэрации и искусственно возобновить нарушенную пористость пород.

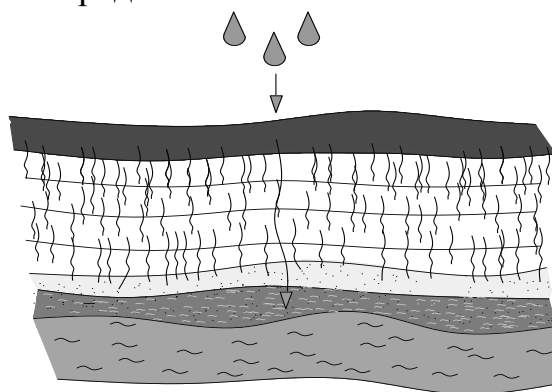


Рис. 5 – Техногенная геологическая среда с возобновленными свойствами естественного строения

Таким образом, мощность рекультивированного слоя можно определить по формуле (2):

$$P_{р.ш.} = h_е + h_{ен.} + \sum_{s=1}^n h_{c_i} + h_{чep} \quad (2)$$

где $P_{p.c.}$ – мощность рекультивированного слоя, м; h_g – толщина слоя водопора (горные породы или отходы обогащения с глинистыми породами), м; $h_{вн}$ – толщина слоя водонакопителя (песок), м; $h_{c.i}$ – толщина слоев лессовидных пород с корнями растений, м; $h_{чep}$ – толщина слоя чернозема, м

Тогда высота капиллярного поднятия соответственно будет равна:

$$h_{к.п.} = \sum_{i=1}^n h_{c_i} + h_{чep}$$

Выводы.

1. Большая глубина железорудных карьеров Кривбасса, нерудных карьеров строительных материалов, расположенных в пределах города и жилищных поселков, усложнение технологических комплексов вызывают необходимость совершенствования теории проектирования карьеров, исходя из современной ситуации, прогноза развития горно-металлургического комплекса Украины. На основании чего предусматривается проведение комплекса работ по горнотехническому этапу рекультивации карьера параллельно с его доработкой, путем увеличения ширины существующих нерабочих площадок за счет повышения высоты уступов.

2. Качество восстанавливаемых земель повышается за счет создания полноценной капиллярной системы нарушенных почв при применении послонной горнотехнической и биологической рекультивации. Создание разветвленной капиллярной системы позволит повысить структурную прочность пород; почва не будет уплотняться при перемещении сельскохозяйственных машин и техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Весел Н.М., Мормуль Т.Н. Усовершенствование технологии открытых горных работ в режиме землепользования. Днепропетровск.: Недра и образование. 2008- 168с.
2. Четверик М.С., Ворон Е.А. Создание промышленно-хозяйственных и туристическо-оздоровительных комплексов в пространствах отработанных карьеров. *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 2005 -№1, -С. 89-92.
3. Ханс Фернберг. Новые тенденции. *Горное дело & Строительство* 2002 №1. – С. 16-17.
4. Трубецкой К.Н., Сидоренко Д.Н., Домбровский А.Н., Котровский М.Н. Кранлайн: актуальная задача создания нового типа экскаватора для разработки месторождений высокими уступами по транспортной системе. *Горная Промышленность*, 2008, - №4, - С.40-49.
5. Четверик М.С., Стеценко Н.М., Ворон Е.А. Повышение качества нарушенных горными работами земель при их послонной горнотехнической и биологической рекультивации. *Разработка рудных месторождений, Кривой Рог*, вып. 92. -2008., - С. 28-32.
6. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. М.: Недра, 1981. 260с.
7. Патент України на винахід № 33359 кл. Е 21 С 41/00 Е 21 F 15/00 Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами / Четверик М.С., Ворон О.А., Семенов А.П., Стеценко Н.М., опубл. 25.06.2008 р. Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.
8. Пацера С.В., Семенов А.П., Ворон Е.А. Особенности проведения горных работ при доработке карьера для создания в его выработанном пространстве рекреационных и промышленных зон. *Материалы международной конференции “Форум горняков – 2006”*, Открытые горные работы, Днепропетровск.: НГУ, 2006 -. С. 219-229.

Рекомендовано до публікації д.т.н Л.М. Васильєвим 18.08.09

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДІЇ НА СЕДИМЕНТАЦІЙНУ СТІЙКІСТЬ СУСПЕНЗІЇ З РАДІАЦІЙНО-ЗАХИСНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ

В статті розглянуто вплив тривалості ультразвукового впливу мегагерцового діапазону на седиментаційну стійкість суспензії на основі етанолу з полідисперсним рідкоземельним радіаційно-захисним наповнювачем

INFLUENCE OF ULTRASONIC AFFECTING SEDIMENTATION STABILITY OF SUSPENSION WITH RADIATION-PROTECTIVE COMPOSITION

In the article influence of duration of ultrasonic influence of megahertz range is considered on sedimentation stability of suspension on the basis of ethanol with polydispersible rarely earth radiation-protective composition

З відомих причин, які обумовлені, перш за все, наслідками Чорнобильської катастрофи, забрудненням ряду територій радіоактивними відходами переробних виробництв і, нарешті, широким використанням проникаючих випромінювань у різних сферах медичної і науково-технічної спрямованості, питання технології створення високоефективних засобів індивідуального і колективного захисту в Україні є надзвичайно актуальними².

Висока якість радіаційно-захисних (РЗ) полімерних і лакофарбних покриттів значною мірою визначається тривалістю гравітаційної седиментації частинок полідисперсної суміші РЗ наповнювача в матриці покриття. При цьому вочевидь, що час гравітаційної седиментації частинок РЗ наповнювача повинен перевищувати час затвердіння матриці покриття [1]. Раніше було встановлено [2], що при короткочасній дії ультразвуковими (УЗ) коливаннями мегагерцового діапазону на суспензію РЗ наповнювача у вигляді полідисперсної суміші складного оксиду рідкоземельних елементів (ОРЗЕ) в різних розчинниках підвищується седиментаційна стійкість суспензії. Проте, питання про вплив на неї тривалості УЗ обробки залишається відкритим.

Метою цієї роботи є дослідження впливу тривалості УЗ обробки суспензії полідисперсної суміші РЗ складного ОРЗЕ на її седиментаційну стійкість.

У якості найбільш привабливого РЗ наповнювача, який по щільності найбільш сумісний з полімерними і лакофарбними найбільш сумісний з полімерними і лакофарбними матрицями, нами був обраний складний ОРЗЕ. Дійсно, пікнометрична щільність складного ОРЗЕ (в середньому $5,6 \text{ г/см}^3$) набагато нижча за щільність свинцю ($11,3 \text{ г/см}^3$), гафнію ($13,1 \text{ г/см}^3$), танталу ($16,6 \text{ г/см}^3$), вольфраму ($19,2 \text{ г/см}^3$), тобто металів, які використовують при вирішенні завдань радіаційного захисту. Але з іншого боку, у порівнянні з використанням РЗ наповнювачів у вигляді полідисперс-

² Примітка: робота виконана згідно «Переліку державних наукових і науково-технічних програм з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки на 2002-2006 роки»

них порошків наведених вище важких металів використання складного ОРЗЕ через його невелику щільність обумовлює деяке зниження захисних властивостей. Проте, ця втрата може бути практично повністю компенсована шляхом використання технологій, що реалізують відкрите явище аномальної зміни інтенсивності потоку квантів проникаючого випромінювання моно- і багатоелементними середовищами [3]. Згідно досліджень [3], полідисперсні середовища (у нашому випадку складний ОРЗЕ) з розмірами частинок ($10^{-9} \div 10^{-3}$ м) при сегрегації шляхом їх перемішування будуть самоорганізовуватись в систему енергетично взаємозв'язаних ансамблів, що забезпечить аномальне високе збільшення перетину фото поглинання і відповідне збільшення захисного еквіваленту [4].

Важливим аргументом на користь складного ОРЗЕ є і те, що при використанні його у вигляді поліріта оптичного (ТУ 48-4-244-87), він містить цілий ряд таких елементів з групи лантанодів, як лантан, церій, празеодим, неодим. А це, у свою чергу, забезпечує «розтягнутий» максимум поглинання рентгенівського і гамма- випромінювань в діапазоні $40 \div 44$ кеВ за рахунок відмінності в енергіях зв'язку електронів *K*- оболонки окремих елементів.

Обґрунтування вибору типу розчинника при експериментальній оцінці впливу тривалості УЗ обробки на седиментаційну стійкість суспензії полідисперсної суміші складного ОРЗЕ базувалося на результатах аналізу різних типів розчинників, які традиційно використовують в лакофарбній промисловості [2, 5]. При цьому вирішувалося завдання вибору такого типу розчинника, робота з яким, не викликає технологічних ускладнень, які пов'язані, наприклад, з високою в'язкістю, високою температурою плавлення, низькою температурою кипіння і тощо. В результаті для проведення експерименту оцінкою седиментаційної стійкості при різній тривалості УЗ дії у якості розчинника був обраний етанол (етиловий спирт).

Методика експерименту полягала в наступному. На поміщену в скляну ємність суспензію складного ОРЗЕ в етанолі (загальним об'ємом 60 мл і концентрацією складного ОРЗЕ 30%) з боку донної частини ємності здійснювалося УЗ дія з частотою 1,5 МГц. Фонтан над поверхнею суспензії при цьому піднісся на висоту біля 1 см. Діапазон фіксованої тривалості УЗ дії на суспензію знаходився в межах від 3 до 15 хвилин з кроком 3 хвилини.

Після спливання кожного проміжку часу (t_1, t_2, t_n) в діапазоні від 10 с до 180 с (з кроком, який вказаний у табл. 1) від моменту завершення УЗ дії фіксувалася висота *H* суспензії складного ОРЗЕ від її поверхні до верхнього кордону частинок складного ОРЗЕ, що випали в осад, заввишки *h*. На рис. 1. схематично показана скляна ємність, яка заповнена суспензією до (а) і після (б, в, г) УЗ дії з фіксацією відповідних висот *H* ($H_1, H_2 \dots H_n$).

У таблиці. 1 наведені отримані експериментальні дані, що характеризують седиментаційну стійкість суспензії, яка оцінювалася за висотою суспензії *H* через фіксовані проміжки часу від моменту завершення УЗ дії. В табл. 1 умовно осад не показаний.

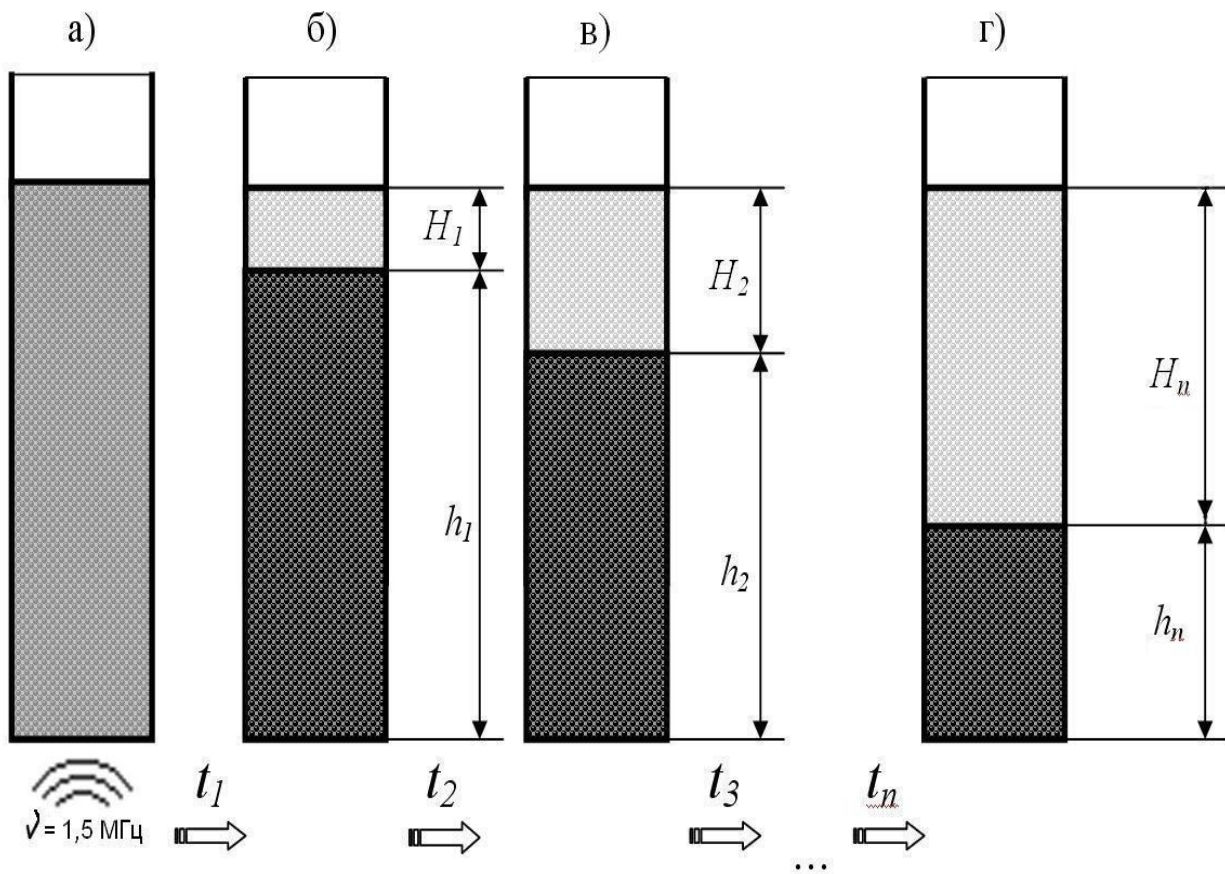


Рис. 1 – Схема зміни висоти суспензії H , що фіксується, через тимчасові проміжки t від моменту завершення УЗ дії

Для оцінки висоти суспензії здійснювалося фотографування ємності, після чого знімки піддавалися обробці за допомогою програмного продукту Adobe Photoshop CS4 Extended Trial. У даному продукті по засобах ряду перетворень цифрового зображення з визначенням масштабного коефіцієнту, вимірювалася дійсна величина висоти суспензії H з точністю до десятих долей міліметра.

Вочевидь, чим вище динаміка зростання висоти суспензії H , тим менш ефективна дія УЗ на суспензію з точки зору седиментаційної стійкості. Цілком зрозуміло, що необґрунтоване збільшення тривалості УЗ дії на суспензію призводить до втрати продуктивності процесу і, в остаточному результаті, веде до економічних втрат.

З наведених експериментальних даних (табл. 1) і їх графічного зображення (рис. 2) видно, що при тривалості УЗ дії, яка дорівнює 9 хвилинам спостерігається максимальна седиментаційна стійкість суспензії. Використовуючи дані таблиці. 1, для більшої наочності ефективності УЗ дії на рис. 3, як приклад, показані порівняльні графічні залежності, що характеризують седиментаційну стійкість, при УЗ дії на суспензію протягом 9 хвилин і за відсутності УЗ дії.

Таблиця 1 – Висота суспензії H складного ОРЗЕ в етанолі в залежності від тривалості УЗ дії T і часу її фіксації t після завершення УЗ дії

| Час УЗ дії T , хв | Висота суспензії H складного ОРЗЕ в етанолі, мм | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | Проміжки часу фіксації t від моменту завершення УЗ дії, с | | | | | | | | | | | | |
| | $t_f=10$ | $t_f=20$ | $t_f=30$ | $t_f=40$ | $t_f=50$ | $t_f=60$ | $t_f=80$ | $t_f=100$ | $t_f=120$ | $t_f=140$ | $t_f=160$ | $t_f=180$ | |
| 0 | 7,0 | 13,6 | 17,2 | 19,8 | 21,1 | 21,8 | 23,2 | 24,0 | 25,9 | 25,5 | 27,4 | 30,2 | |
| | 5,4 | 7,7 | 10,9 | 16,5 | 19,9 | 19,9 | 20,0 | 21,0 | 21,0 | 21,5 | 21,7 | 22,0 | |
| 3 | 3,2 | 6,7 | 9,5 | 13,6 | 18,5 | 19,7 | 20,2 | 20,0 | 20,1 | 20,4 | 20,4 | 20,5 | |
| | 1,9 | 3,4 | 4,9 | 7,5 | 9,5 | 12,5 | 13,4 | 14,5 | 14,9 | 15,5 | 16,2 | 16,5 | |
| 6 | 2,4 | 5,8 | 11,0 | 13,9 | 21,6 | 19,9 | 21,5 | 25,6 | 24,1 | 24,0 | 24,0 | 29,2 | |
| | 10,0 | 11,2 | 11,6 | 16,8 | 21,0 | 25,4 | 27,8 | 27,2 | 26,8 | 27,3 | 28,6 | 28,9 | |
| 9 | 10,0 | 11,2 | 11,6 | 16,8 | 21,0 | 25,4 | 27,8 | 27,2 | 26,8 | 27,3 | 28,6 | 28,9 | |

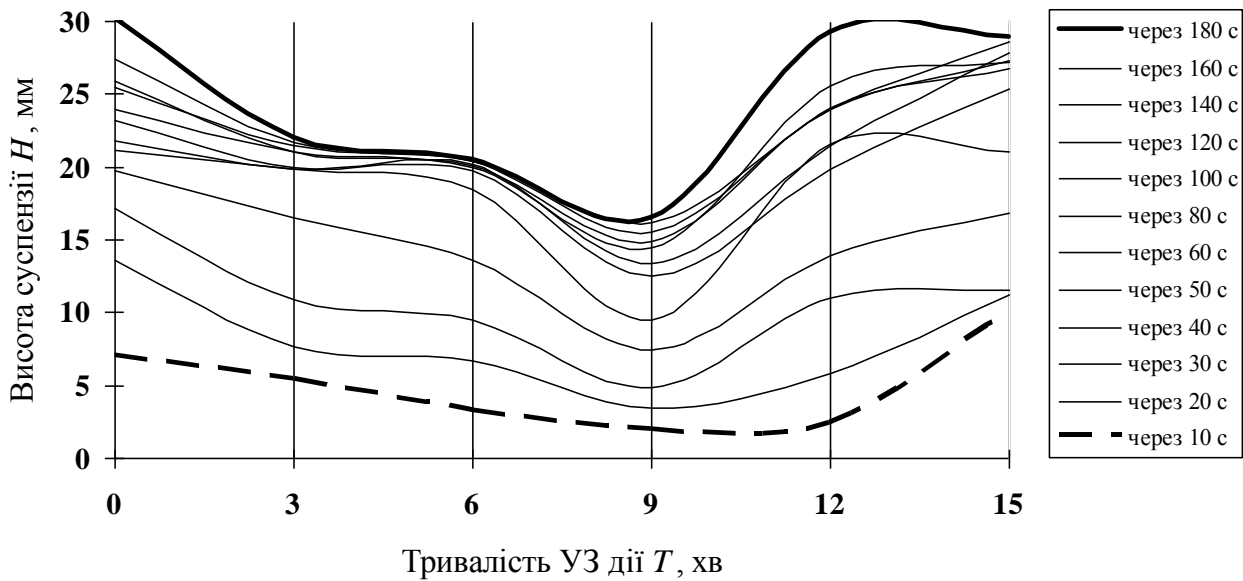


Рис. 2 – Висота суспензії складного ОРЗЕ в етанолі в залежності від тривалості УЗ дії і проміжків часу її фіксації після завершення УЗ дії

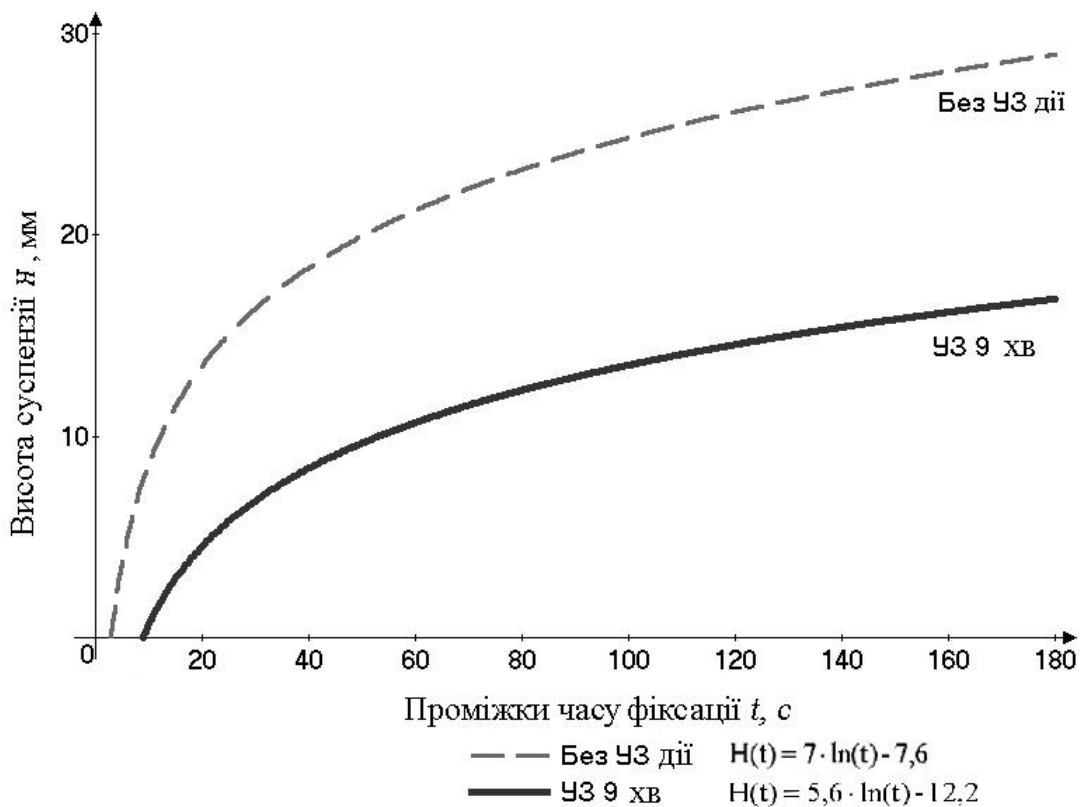


Рис. 3 – Вплив часу УЗ дії і проміжків часу на зміну висоти суспензії УДЧ складного ОРЗЕ в етанолі

Регресійний аналіз наведених залежностей (рис. 3) та їх аналітичний опис проводився на основі програмного продукту «Advanced Grapher версії 2.2 trial».

Пояснення отриманих результатів можна зробити в такий спосіб.

Враховуємо, що гранулометричний склад складного ОРЗЕ у вигляді полірїта у стані постачання (табл. 2), отриманий на растровому електронному мікроскопі (РЕМ) моделі РЕММА 102-02 включає:

а) ультрадисперсні частинки (УДЧ) по вазі 0,25 %; по кількості частинок 96,67 %;

б) останні (частинки більше 20 мкм) по вазі 99,75 %; по кількості частинок 3,33 %.

Таблиця 2 – Фракційний склад матеріалу без обробки УЗ

| Фракційний склад частинок, мкм | Середній діаметр частинок $2 \cdot R$, мкм | Вміст від загального числа частинок, % | Кількість частинок, шт. | Об'єм частинок, мкм ³ $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$ | Маса частинок, г | Вміст частинок від загальної ваги, % |
|--------------------------------|---|--|-------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|
| 1,0 ÷ 2,5 | 1,25 | 40,75 | 648 | 1,0 | $1,02 \cdot 10^{-9}$ | 0,0002 |
| 2,5 ÷ 5,0 | 2,9 | 33,55 | 534 | 12,8 | $1,28 \cdot 10^{-8}$ | 0,0003 |
| 5,0 ÷ 10 | 6,33 | 16,19 | 258 | 132,7 | $1,33 \cdot 10^{-7}$ | 0,0027 |
| 10 ÷ 20 | 12,8 | 6,18 | 99 | 1097,5 | $1,10 \cdot 10^{-6}$ | 0,2210 |
| 20 ÷ 30 | 24,9 | 2,64 | 42 | 8079,4 | $8,08 \cdot 10^{-6}$ | 1,626 |
| 30 ÷ 40 | – | – | – | – | – | – |
| 40 ÷ 50 | 43,17 | 0,38 | 6 | 42104,1 | $4,21 \cdot 10^{-5}$ | 8,472 |
| 50 ÷ 60 | – | – | – | – | – | – |
| 60 ÷ 70 | 65 | 0,25 | 4 | 143720,4 | $1,44 \cdot 10^{-4}$ | 28,918 |
| 70 ÷ 80 | – | – | – | – | – | – |
| 80 ÷ 90 | 83,24 | 0,06 | 1 | 301838,5 | $3,02 \cdot 10^{-4}$ | 60,734 |
| Ітого | | 100,0 | | | $4,97 \cdot 10^{-4}$ | 100,0 |

Примітка: маса навішування складного ОРЗЕ обумовлена підкладкою для РЕМ РЕММА 102-02.

По перше, при перемішуванні такої полідисперсної суміші складного ОРЗЕ в процесі його виготовлення і транспортування із-за відмінностей значень енергії Фермі дрібних і великих частинок відбувається їх поляризація [4]. В результаті значна частина негативно заряджених УДЧ притягується до позитивно заряджених крупніших частинок і розміщуються на поверхні останніх, утворюючи конгломерати. У процесі УЗ дії відбувається відділення УДЧ від вказаних конгломератів.

По-друге, при розміщенні полідисперсної суміші складного ОРЗЕ в етанол, як конгломерати його частинок, так і окремі частинки виявляються покритими мікробульбашками повітря. При цьому, чим дрібніше частинка, тим менший розмір мікробульбашок повітря вона утримує на своїй поверхні, і тим більше має бути тривалість УЗ дії для їх розділення [6].

З порівняння даних зміни висоти суспензії H , яка досліджувалась (табл. 1. і рис. 2) при відсутності УЗ дії і при його реалізації відповідно протягом 3, 6 і

9 хвилин впливає, що висота суспензії на всіх проміжках часу її фіксації t монотонно і істотно зменшується. Це наочно свідчить про позитивний вплив УЗ дії на підвищення седиментаційної стійкості суспензії, яка досліджувалась. Зрозуміло, що при УЗ дії з поверхні конгломератів віддаляються УДЧ, які, завдяки наявності на їх поверхні мікробульбашок повітря, знаходяться в рідині у зваженому стані. Це обумовлює мінімізацію величини H , що фіксується (табл. 1).

Проте, при подальшому збільшенні часу УЗ дії (до 12, 15 хвилин) седиментаційна стійкість досліджуваної суспензії різко зменшується. Пояснити це можна тим, що збільшення часу УЗ дії призводить до видалення мікробульбашок повітря не лише з відносно великих частинок і конгломератів, але і з УДЧ, внаслідок чого вони теж випадають в осад. Це обумовлює збільшення висоти H , а значить, і зниження седиментаційної стійкості суспензії.

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

1) розроблена і апробована на конкретному прикладі методика підвищення седиментаційної стійкості суспензії, яка досліджувалась, може бути поширена на суспензії різних складів і призначень, зокрема, вона може бути корисна при відпрацюванні технології створення високоякісних РЗ полімерних і лакофарбних покриттів;

2) для суспензії полідисперсної суміші складного ОРЗЕ в етанолі оптимальна тривалість УЗ дії при частоті 1,5 МГц дорівнює 9 хвилинам, що забезпечує її найвищу седиментаційну стійкість;

3) вказані дослідження слід продовжити з використанням різноманітних матриць та широкого спектру частот УЗ дії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Выбор технологических параметров при создании радиационно-защитных тонкослойных полимерных покрытий / Булат А.Ф., Иванов В.А., Голов К.С., Зыбайло С.Н., Емельянов Ю.В. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 78. – С. 3-13.
2. Вплив розчинників різноманітного хімічного складу на седиментаційну стійкість систем полідисперсний наповнювач – розчинник / Зибайло С.М., Голов К.С., Иванов В.А., Емельянов Ю.В // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків, 2009. – Вип. 4. – С. 53-56.
3. Иванов В. А. Явление аномального изменения интенсивности потока квантов проникающего излучения моно- и многоэлементными средами (Диплом №57) / Иванов В. А., Катрашук Г. К., Конюхов С. Н. и др. // Научные открытия (научные гипотезы, научные идеи). Справочно-методические материалы. – М. – С.-Петербург, 2000. – С. 57-58.
4. Булат А. Ф. Феноменологическое обоснование «квантовых ловушек» из полидисперсного радиационно-защитного модификатора в обеспечении аномально высоких радиационно-защитных свойств матричных материалов / Булат А. Ф., Иванов В. А. / К основам физического взаимодействия // Научные труды. Под науч. редакцией проф. В.А. Ткаченко. – Днепропетровск: МАБЭТ, 2007. – с. 74-89.
5. Дринберг С.А. Растворители для лакокрасочных материалов / Дринберг С.А., Ицко Э.Ф. : Справочное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1986. – 208 с.
6. Труэлл Р. Ультразвуковые методы в физике твердого тела / Труэлл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. – М.: Мир, 1972. – 423 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Надутим 08.07.09