

Отдел геомеханических основ технологий  
открытой разработки месторождений,  
зав. отделом, д-р техн. наук М.С. Четверик

**ВКЛАД УЧЕНЫХ ОТДЕЛА ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ОСНОВ  
ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ИНСТИТУТА ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ИМ. Н.С. ПОЛЯКОВА  
НАН УКРАИНЫ В РАЗВИТИЕ ОТКРЫТОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА УКРАИНЕ**

Охарактеризовано основні наукові досягнення відділу з моменту його заснування. Це – роботи щодо використання наукових розробок на залізнорудних родовищах Кривбасу, вугільних шахтах Донбасу, марганцевих родовищ Марганцю і Орджонікідзе, флюсової сировини, створення комплексу машин і нової технології для відкритої розробки копалин, технології і екології під час видобутку корисних копалин.

**DEPOSIT OF SCIENTISTS OF DEPARTMENT OF GEOMECHANICAL  
BASES OF THE TECHNOLOGY OPENED DEVELOPMENT OF DEPOSITS  
OF INSTITUTE OF GEOTECHNICAL MECHANICS THE NAME N.S.  
ПОЛЯКОВА NAN OF UKRAINE OF IN DEVELOPMENT OF THE OPENED  
METHOD OF DEVELOPMENT OF DEPOSITS ON UKRAINE**

Basic scientific achievements of department are described from the moment of his establishment. This are works in relation to use of scientific developments on the iron-ore deposits of Krivbass, coal mines of Donbass, manganese deposits of Marganets and Ordzonikidze, usage flux raw material as inputs, creation of complex of machines and new technologies for the opened development of minerals, technology and ecology while mining.

Научные исследования в любом государстве, в том числе и в Украине, зависят от состояния экономики и общественного развития страны. После разгрома Советским союзом фашистской Германии возникла острая необходимость восстановления народного хозяйства и дальнейшего развития во всех областях производства. Особенно это касалось горной промышленности. Во время войны, когда мощная железорудная база - Кривбасс, и месторождения коксующихся углей – Донбасс, находились в оккупированной немцами Украине, и поэтому основная главная добыча руды и угля была сосредоточена на Урале. Добыча угля и руды осуществлялась открытым способом. Ее производили путем разработки высоких гор – гора Магнитная и Благодатная, которые по окончании войны были отработаны полностью. Выемку угля осуществляли на Коркинском угольном разрезе. Добыча этих полезных ископаемых открытым способом в трудное тогда время показала высокие преимущества этого способа разработки. Правда, неизвестны были тяжелые экологические бедствия, к которым это привело позже. В 50-60-х годах предусматривалось увеличить производство основных видов промышленной продукции на душу населения больше чем в других странах. Общего объема выплавки стали по СССР предусматривалось достичь в 120 млн.т., в т.ч. около 50 млн. т. в Украине, добычу угля - около 600 млн. тонн. Чтобы прийти к таким показателям, необходима была сырьевая база, ко-

торая находилась бы недалеко от мощных металлургических центров. Такой сырьевой базой, где можно было бы добычу полезного ископаемого осуществлять открытым способом, являлись месторождения Украины.

#### Железная руда.

До Великой отечественной войны добыча в Украине железных руд с содержанием железа до 60% и выше производилась в основном подземным способом. Однако, для того чтобы обеспечить заданный объем выплавки стали производительность подземных рудников была недостаточной. Кроме того, они требовали существенной реконструкции. Кроме богатых руд в Криворожском бассейне находились так называемые бедные руды: магнетитовые кварциты, обладающие высокими магнитными свойствами, но залегающие на глубоких горизонтах, и окисленные кварциты, которые такими свойствами не обладали, однако располагаются на небольшой глубине (зона окисления достигает 200-250м).

Добычу магнетитовых кварцитов в 1956 году начал осуществлять Южный горно-обогатительный комбинат. Обогащение этих кварцитов позволило получить концентрат с содержанием железа до 62%, т.е. несколько выше, чем при добыче богатых руд. Учитывая меньший расход кокса и других затрат при выплавке стали из полученных концентратов, было принято решение о расширении добычи магнетитовых кварцитов и их обогащения. С 1956 по 1966 год было построено 6 крупнейших горно-обогатительных комбинатов: ИнГОК, ЮГОК, НКГОК им. Ленинского Комсомола, ЦГОК, СевГОК, ПГОК. Общий объем добычи руды по этим комбинатам составил около 120 млн. т. руды в год. В тоже время добыча руды подземным способом резко сократилась.

Интенсивная добыча магнетитовых кварцитов привела к двум проблемам.

Первая заключалась в том, что происходило существенное понижение горных работ, и существующие циклические технологии не обеспечивали необходимую производительность карьеров.

Вторая - не было освоено обогащение окисленных кварцитов. Хотя такая попытка была осуществлена на ЦГОКе путем создания обжиговой фабрики и восстановления магнитных свойств окисленных кварцитов. Эта технология была дорогостоящая и не эффективная. Поэтому окисленные кварциты почти на каждом карьере являлись частью вскрыши. Это приводило к увеличению затрат на добычу руды и к загрязнению окружающей среды, за счет отдельного складирования окисленных кварцитов.

На карьерах применяли железнодорожный и автомобильно-железнодорожный транспорт. С понижением горных работ увеличивалось расстояние автоперевозок, что существенно снижало производительность карьеров и увеличивало затраты на добычу железной руды. Возникла острая проблема в необходимости совершенствования технологии добычи руд в Кривбассе.

Добыча железной руды с последующим ее обогащением также производилась на Керченском полуострове – это карьеры Е, С, Черноморский №1 и Черноморский №2. На этих карьерах применялись транспортно-отвальные мосты, полученные по репарации из Германии.

### Уголь.

Добыча коксующихся углей производилась в Донбассе. В то же время была расширена добыча открытым способом энергетических бурых углей в Днепровском бурогольном бассейне. Это такие карьеры как Байдаковский, Морозовский и др. На этих карьерах также применялись транспортно-отвальные мосты, полученные по репарации из Германии. Однако, особенности геологического строения бурых углей, а также особенности вскрышных пород не позволяли эффективно использовать это оборудование.

### Марганцевые руды.

Украина обладает мощнейшими запасами марганцевых руд, которые залегают на относительно небольшой глубине. Добычу этих руд до войны осуществляли подземным способом.

Были созданы два комбината – Марганецкий и Орджоникидзеvский ГОКи. На Марганецком ГОКе добыча велась в основном подземным способом. На Орджоникидзеvском ГОКе – только открытым. Это карьеры: Александровский, Шевченковский, Богдановский, Чкаловские №1, №2, Северные №1, №2 и др. Марганцевые руды Украины имеют весьма существенный недостаток. Он заключается в том, что в этих рудах содержится большое количество фосфора: до 0,2 % (при допуске 0,02 %). Этот фосфор содержится в кристаллической решетке минералов и поэтому гравитационные способы обогащения не позволяют извлечь его из концентрата. Для производства ферромарганца из марганцевых концентратов был построен Никопольский завод ферросплавов. Для исключения содержания фосфора в концентрате была предусмотрена следующая технология. Производилась плавка марганцевого концентрата, при которой удаляли фосфор с некоторой частью марганца (до 10 %). Из оставшейся части производили ферромарганец. Такая технология существенно увеличивает затраты на ферромарганец. Марганцевым концентратом до 92 % обеспечивались все заводы Советского союза.

Создание заводом НКМЗ мощных шагающих драглайнов, роторных экскаваторов и консольных отвалообразователей позволяло эффективно осуществлять добычу марганцевых руд открытым способом. Однако, технологические схемы, технология и строительство карьеров с использованием этого мощного оборудования были недостаточно разработаны, что затрудняло их проектирование и эксплуатацию

### Добыча флюсового сырья.

Добыча известняков, доломитов для металлургической промышленности осуществлялась на карьерах Докучаевского флюсодоломитового комбината. На этих карьерах для добычи известняков применяли, в основном, железнодорожный транспорт на паровой тяге. Использовались экскаваторы типа ЭКГ-3. При таком оборудовании и технологии была низкая производительность карьеров. Интенсивное развитие металлургии, энергетики и строительства требовало добычи многих других полезных ископаемых: таких как: графит, сера, ртуть, титан, цирконий, каолины и др. Эти полезные ископаемые также добывались открытым способом.

Учитывая то, что добыча полезных ископаемых производилась на все больших глубинах, решением Государственного комитета по науке и технике при СМ СССР №741 от 27 июня 1967 года был создан Институт геотехнической механики Академии наук Украины. На него была возложена ответственность за состояние научных исследований и промышленности при добыче полезных ископаемых на больших глубинах. Поэтому основное направление исследований отдела, который назывался «отдел непрерывных процессов открытых горных работ», было направлено на разработку технологии и технических средств для добычи полезных ископаемых на глубоких карьерах. Рассмотрение этих проблем проводилось на Всесоюзных конференциях-совещаниях «Глубокие карьеры» (с 1963 по 1981 гг.), которые организовывал и проводил отдел.

Выполняемые исследования в области открытой разработки месторождений в ИГТМ НАНУ можно разделить на следующие периоды, которые соответствуют как состоянию экономики, так и общественному развитию. Таких периодов было четыре.

### **1. Становление кадрового научного потенциала и определение основных направлений по совершенствованию технологии открытой добычи полезных ископаемых**

Этот период продолжался с 1962 по 1966 гг. В это время экономика СССР находилась на существенном подъеме: строились металлургические и машиностроительные заводы; появилась ракетная техника и атомная энергетика. Для обеспечения эффективной работы этих отраслей промышленности была необходима интенсификация добычи полезных ископаемых.

Интенсивное развитие исследований в области открытых горных работ с приходом профессора Новожилова М.Г. в Днепропетровский горный институт им. Артема ордена Трудового Красного Знамени. Были выполнены работы:

- по исследованию транспортно-отвальных мостов в Днепропетровском буругольном бассейне (Б.Н. Тартаковский):

- разработана схема вскрытия Ингулецкого ГОКа с использованием циклично-поточной технологии с расположением конвейерных подъемников в стволах и применении конусной дробилки (Селянин В.Г.);

- по совершенствованию взрывных и буровзрывных работ;

- для условий Никопольского марганцевого бассейна была обоснована поточная технология горных работ с применением транспортно-отвальных мостов, комплекса машин непрерывного действия включающих роторные экскаваторы и консольные отвалообразователи.

Основная часть исследований, которая была начата на кафедре открытых горных работ горного института, была продолжена в лаборатории новой технологии Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова АН УССР (ИГТМ АН УССР). Лабораторией в то время руководил профессор Новожилов М.Г., а его заместителем и главным помощником был канд. техн. наук Тартаковский Б.Н..

Под научным руководством профессора М.Г. Новожилова в этот период для условий карьеров Кривого Рога были разработаны циклично-поточная техноло-

гия (ЦПТ) с грохотильными установками, взрывание высоких уступов в зажатой среде с послойной их отработкой.

Значительная часть исследований вначале выполнялась для карьеров Керченского железорудного, Никопольского марганцевого и Днепровского бурого угольного бассейнов (канд. техн. наук Тартаковский Б.Н.).

В дальнейшем наибольшее внимание уделялось проблемам разработки глубоких карьеров со скальными породами. Были достигнуты успехи в области взрывного разрушения горных пород, при которых выход горной массы крупностью кусков более 400мм не превышал 10 % (Друкованый М.Ф., Ефремов Э.И.). Горную массу, раздробленную до этой степени, можно было транспортировать конвейерным транспортом. Поэтому при отработке карьеров до глубины 200 м в схемах ЦПТ вместо дробилок стало возможным устанавливать грохота. Были проведены промышленные испытания различных типов грохотов на разных карьерах (Резников Н.А.).

Кроме исследований в области циклично-поточной технологии, в лаборатории новой технологии был выполнен комплекс работ по отработке месторождений с мягкой вскрышей комплексом обрушающих машин и технологии отработки вскрышных пород наклонными слоями. Разработка поточной технологии для марганцевых карьеров, технология с управляемым обрушением пород и их выемкой легли в основу докторской диссертации Тартаковского Б.Н., который после защиты диссертации в 1967 году стал заведующим отделом «отдел непрерывных процессов горных работ».

В этот период были защищены кандидатские диссертации: Гаврилюк И.Г., Барсуков М.И., Шапарь А.Г., Кирилук В.Д., Четверик М.С., Бро С.М. и др.

## **2. Основное направление исследований - создание комплекса машин и новой технологии для открытой разработки месторождений**

С приходом проф. Б.Н.Тартаковского к руководству, возглавляемый им отдел был направлен не только на разработку новой технологии, но и на создание комплекса машин. В этот период (1967-1980 гг.) ощущался высокий подъем экономического потенциала СССР. Наиболее весомые научные достижения включались в государственный план и финансировались.

Так комплекс работ по вскрытию горизонтов, интенсификации взрывного разрушения горных пород, новые конструкции конвейеров позволили разработать техническое задание на опытно промышленный участок циклично-поточной технологии с грохотильными установками для карьеров. Такой проект был разработан институтом «Южгипроруда». Благодаря усилиям проф. Б.Н.Тартаковского создание опытно-промышленного участка циклично-поточной технологии в карьере №1 НКГОК со вскрытием горизонтов путем расположения конвейера по временно нерабочему борту карьера в крутой траншее было включено в государственный план новой техники. В 1971 году, при настойчивых усилиях проф. Тартаковского Б.Н., Резникова Н.А. и др. сотрудников отдела, этот участок был запущен в эксплуатацию. Промышленный

участок циклично-поточной технологии с конусными дробилками и вскрытием горизонтов наклонным стволом на карьере ИнГОК был запущен в 1973 году.

Многие исследования отдела включались в государственный план и внедрение осуществлялось через Государственный комитет по науке и технике при СМ СССР при поддержке целого ряда предприятий Кривбасса и Марганца.

Основные работы отдела были направлены на разработку и создание таких машин: экскаватор непрерывного действия для скальных пород; передвижные дробильные агрегаты с конусно-валковыми дробилками; конвейерные поезда для карьеров по добыче нерудных строительных материалов; комплекс обрушающих и погрузочных машин; комплекс машин непрерывного действия для отработки месторождений наклонными слоями. Для выполнения этих работ, проектирования и изготовления машин необходимы были кадры и, прежде всего, для конструкторских работ. С этой целью в институте было создано специальное конструкторское бюро - СКТБ. При каждом научном отделе существовал конструкторский отдел. Был создан конструкторский отдел СКТБ и при отделе «отдел открытой разработки месторождений». В составе отдела было 36 человек, возглавлял его канд. техн. наук Пригунов А.С., а главным конструктором был Бро С.М.

В этот период был разработан проект и изготовлен экспериментальный образец экскаватора непрерывного действия для скальных пород, промышленные испытания которого были проведены на Первомайском карьере. На основании выполненных исследований был разработан проект опытно-промышленного участка поточной технологии с комплексом машин: экскаватор ЭКГ-20, самоходная дробильная установка на базе конусно-валковой дробилки, система конвейеров, консольный отвалообразователь. Все оборудование было изготовлено заводом НКМЗ. Научные работы выполнялись совместно с конструкторским отделом и комплексно с участием других отделов. На основании выполненных исследований был создан опытно-промышленный участок поточной технологии на карьере №1ЦГОК.

В этот же период проф. Тартаковский Б.Н. направил часть исследовательских работ на охрану окружающей среды при открытой разработке месторождений. В выполнении этих работ активное участие принимал канд., техн. наук А.П. Семенов. Совместно с Орджоникидзеvским ГОКом была разработана технология горных работ, обеспечивающая горнотехническую рекультивацию земель. За эти работы проф. Новожилову М.Г., проф. Тартаковскому Б.Н. и др. была присуждена Государственная премия УССР.

Под руководством проф., докт. техн. наук Тартаковского Б.Н. с 1968 по 1980 гг. были разработаны и созданы опытно-промышленные участки и экспериментальные образцы:

1. Циклично-поточная технология с расположением конвейерного подъемника на временно нерабочем борту карьера, с грохотильным и грохотильно-дробильным перегрузочным пунктом, карьер №1 НКГОКа (разработчики: кандидаты технических наук Резников Н.А., Четверик М.С., Гаври-

люк И.И., Каменщук В.П., Вишняков В.С., Разживин В.М., Млинарич В.В., Хазан В.Б.).

2. Поточная технология с забойным конвейером, одноковшовым экскаватором (местимость ковша 20 м<sup>3</sup>), передвижным дробильным агрегатом (ДПА), консольным отвалообразователем, карьер №1 ЦГОКа (разработчики: кандидаты технических наук Гаврилюк И.И., Грищенко Г.Г., Бро С.М., Палей Б.З., Прыгунов А.С. и др.).

3. Технология горных работ с конвейерными поездами – экспериментальный промышленный участок на Рыбальском карьере (разработчики: кандидаты технических наук Прыгунов А.С. Солодовник Л.М., Палей Б.З., Захаров Ю.Ф., Вишняков В.С.).

4. Технология горных работ по отработке месторождений наклонными слоями. Опытно-промышленный участок на одном из карьеров Часов-Яра (разработчики: кандидат технических наук Бережной Ю.Н., Манойло А.Я., Дерешеватый О.Е., Барсуков М.И., Новожилов С.М.).

5. Экскаватор непрерывного действия, роторный, гусеничный для скальных пород – ЭРГС. Экспериментальный образец, (разработчики: кандидаты технических наук Бро С.М., Палей Б.З., Штейнцайг В.М., Прыгунов А.С.).

6. Перегрузатель со встроенной цилиндрической дробилкой. Экспериментальные и опытные образцы дробилок разного типоразмера и назначения, (разработчики: кандидаты технических наук Бро С.М., Прыгунов А.С., Липская Г.А.).

7. Технология с управляемым обрушением уступов и отвалов, комплекс обрушающих машин (экспериментальные образцы), (разработчики: доктор технических наук Шапарь А.Г., кандидаты технических наук Лашко В.Т., Захаров Ю.Ф., Дородный Л.М.).

Кроме того, на основании исследований, выполненных в отделе, был разработан проект и создана циклично-поточная технология на карьере Мурунтау – Узбекистан и выполнены исследовательские работы по обоснованию применения циклично-поточной технологии на карьерах по добыче алмазов в Якутии; для карьеров Удачный, трубка Юбилейная (Четверик М.С., Лашко В.Т.).

Научные основы циклично-поточной технологии (ЦПТ) для глубоких карьеров, разработанные в ИГТМ АН УССР под руководством проф. Тартаковско-го Б.Н., были широко использованы при ее создании в Кривбассе, и проектными институтами СССР при создании этой технологии на глубоких карьерах в других горнодобывающих регионах.

В связи с созданием нового оборудования (например, крутонаклонные конвейера и др.), и изменившихся горно-технических условий карьеров эта технология в настоящее время совершенствуется, но остается главной в решении проблемы добычи руды на глубоких карьерах.

Таким образом, отдел открытых горных работ ИГТМ АН УССР внес существенный вклад в научные исследования и в состояние промышленности при добыче полезных ископаемых на больших глубинах, что соответствует задачам, поставленным институту при его создании.

В 1981 году за разработку и широкое промышленное применение циклично-поточной технологии проф. Ефремову Э.И., проф. Тартаковскому Б.Н. (посмертно) была присуждена Государственная премия СССР.

Отделом проводились координации научно-исследовательских работ по глубоким карьерам, подготавливались множество проектов постановлений СМ СССР, ГК СМ СССР, Минчермета СССР и др. Эти постановления обеспечивали финансирование многочисленных научно-исследовательских и проектных работ.

С 1967 по 1973 гг. в ИГТМ АН СССР функционировал ученый совет по защите кандидатских диссертаций по открытой разработке месторождений. Кроме сотрудников отдела, было принято к защите и защищено много диссертаций горными инженерами из г. Кривого Рога, Свердловска, Донецка, Новосибирска и др. Диссертации, исследовательские и конструкторские работы рассматривались на семинарах отдела, где была доброжелательная атмосфера и присутствовал юмор.

Подготовке кадров постоянно уделялось большое внимание. В 1978 г. при большой поддержке проф. Б.Н. Тартаковского в МГИ (г. Москва) была защищена докторская диссертация канд. техн. наук Шапарем А.Г.

В 1979 г. проф. Тартаковский Б.Н. помог Шапарю А.Г. организовать собственный отдел. Для этого часть тематики и ее финансирование по предложению Тартаковского Б.Н. было передано в новый отдел.

### **3. Охране окружающей среды – главное внимание**

В 1982 году отдел был переименован в «отдел геомеханических основ технологии открытой разработки месторождений» (ГОТОРМ) и возглавлен докт. техн. наук Шапарем А.Г. В новом отделе были продолжены работы по циклично-поточной технологии, в основном, для карьеров ПО Якуталмаз (Четверик М.С., Лашко В.Т.) и карьера «М» в Узбекистане. Были начаты работы по созданию технологии горных работ на карьерах Кривбасса с внутренним отваллообразованием. Выполнены исследования по применению на карьерах нетрадиционных разрушающих средств (НРС) (Семенов А.П.). Увеличился объем исследований, направленных на охрану окружающей среды.

В связи с ухудшением экологической обстановки в регионе, особенно на горнорудных предприятиях, Президиумом АН СССР было принято решение создать при институте Механики АН СССР отделение проблем рационального природопользования и региональной экономики (ОПРЭ). Возглавил это отделение докт. техн. наук Шапарь А.Г.. На выполнение исследовательских работ по охране окружающей среды в это отделение были переданы все бюджетные средства отдела ГОТОРМ ИГТМ АН СССР. В 1988 году значительная часть сотрудников отдела открытых горных работ ИГТМ перешла на работу в ОПРЭ ИТМ АН СССР (кроме Четверика М.С., Семенова А.П., Полищука С.З. и др.). В дальнейшем это отделение было преобразовано в Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, директором которого стал А.Г. Шапарь. Таким образом, становление этого института произошло за счет кадров ИГТМ НАНУ, главным образом, за счет отдела ГОТОРМ.

#### **4. Развитие ранее разработанных научных направлений и разработка новых: технология и экология при добыче полезных ископаемых. Подготовка кадров**

##### **4.1. Научные разработки отдела в период перестройки в стране**

Благодаря заботам директора акад. АН УССР Потураева В.Н., зам. директора чл. корр. АН УССР Ефремова Э.И. отдел ОГТОРМ был сохранен. Заведующим отделом был назначен Четверик М.С., который в этот период (1988г.) защитил докторскую диссертацию, посвященную разработке теории вскрытия глубоких горизонтов карьеров при комбинированном транспорте. Ее теоретические положения являлись основой для проектирования и применения циклично-поточной технологии в условиях формирования нерабочих, временно нерабочих и рабочих бортов глубоких карьеров при различных углубочных системах разработки.

Поскольку руководитель научного отдела являлся научным руководителем и конструкторского, а также в связи с недостаточным количеством кадров в научном отделе, то была восстановлена связь с конструкторским отделом.

Период перестройки в стране характеризовался существенным экономическим спадом:

1. Повышение самостоятельности предприятий и, по сути, прекращение ими финансирования перспективных капиталоемких разработок.

2. Создание различных кооперативов и утечка туда средств, направляемых на научные разработки.

Несмотря на эти трудности, научным отделом ГОТОРМ совместно с конструкторским отделом был выполнен ряд крупных работ:

1. Выполнены работы по созданию комплекса машин в составе экскаватора непрерывного действия, грохотильно-дробильного перегружателя для применения поточной технологии в условиях карьеров Алмалыкского горно - металлургического комбината (Узбекистан).

2. Выполнены работы по разработке технологического регламента отработки открытым способом месторождения алмазов им. Ломоносова в Архангельской области.

3. Разработаны и изготовлены для горнодобывающих предприятий конусно-валковые дробилки различного типоразмера и назначения, питатели на опорах скольжения.

В связи с повышением требований к охране окружающей среды при выполнении проектов развития горнодобывающих предприятий сотрудники отдела

(научн. руководитель Четверик М.С., ответств. исполнитель Семенов А.П.) принимали участие в разработке разделов проектов: оценка воздействия на окружающую среду. Такие разделы выполнены для шламохранилищ ГОКов Кривбасса (Миролюбовское, Объединенное, Войкова, шламохранилище ЦГОКа), а также для шламохранилища Павлоградской ЦОФ, шламохранилища в балке «Щ» ВостГОКа, Вольногорского ГМК и др.

Были также выполнены в проектах разделы по охране окружающей среды для шахт Западного Донбасса: Сташкова, Павлоградская, Западно-Донбасская, Степная, Терновская и др. В них было учтено влияние сдвижения земной поверхности и массива горных пород на состояние геологической среды при подземной выемке угля.

#### **4.2. Знания – молодежи! Молодежь в науке – сила!**

Сложная экономическая обстановка в Украине не позволяла пополнять кадры молодыми перспективными специалистами, поскольку зарплата инженера не обеспечивала прожиточный минимум. В то же время кадры, которые были в отделе, не соответствовали возросшим требованиям к исследовательским работам, особенно в области компьютеризации. Сложилась парадоксальная ситуация: некому было передать знания и опыт.

По заказу Днепропетровской госадминистрации отдел выполнял работу по разработке программ экологической реабилитации горнодобывающих регионов: Западный Донбасс, Вольногорский горнометаллургический комбинат, Марганецкий и Орджоникидзевский горнообогатительные комбинаты. Кроме того, выполнялась крупная работа (по заказу СевГОКа) по установлению перспективного развития горных работ на Первомайском карьере при увеличении его глубины и применении циклично-поточной технологии. В этой связи возникла острая необходимость в молодых кадрах. Начиная с 2000 года при поддержке директора, академика НАНУ А.Ф. Булата в отдел ОГТОРМ, почти одновременно, были приняты на работу молодые специалисты Бабий Е.В., Медведева О.А., Бубнова Е.А., Ворон Е.А., Синенко М.А.

После кадровой замены коллектив отдела выполнил ряд крупных теоретических и экспериментальных работ, как в рамках госбюджетной, так и хоздоговорной тематики. Выполняемые работы имеют ярко выраженный междисциплинарный характер.

При выполнении научных работ молодыми специалистами под руководством заведующего отделом д.т.н., проф. Четверика М.С были впервые получены следующие закономерности:

1. Установлена взаимосвязь между скоростью перемещения очистного забоя, скоростью развития деформаций растяжений в горном массиве при его сдвигении и сдвигении земной поверхности, параметрами первичного обрушения при подземной добыче угля; определена скорость развития деформаций растяжений в горном массиве при его сдвигении для пород разной степени метаморфизма (канд. техн. наук Бабий Е.В.).

2. Впервые установлена взаимосвязь между параметрами сдвигения, горного давления, параметрами очистной выемки, производительностью выемочного комплекса, исходя из закономерностей формирования динамической мульды сдвигения. Установлено, что та часть подработанных горных пород, которая в результате сдвигения потеряла сплошность и отделилась от не разрушенного массива, образовав зону расслоений, проявляет себя как горное давление (инж. II-й кат. Синенко М.А.).

3. Впервые установлена взаимосвязь между уровнем поднятия подземных вод на ненарушенной территории (естественная геологическая среда) и площадью мульды сдвигения или внутренних отвалов (нарушенная и техногенная геологические среды). Определены параметры депрессионной воронки для Западного Донбасса (всего бассейна) и прогнозный уровень подъема подземных вод на не подработанной территории. Установлены причины подтопления территории восточной части г. Павлограда (канд. техн. наук Бубнова Е.А.)

4. Разработаны теоретические основы технологии предобогащения руды в карьерах. Эта технология предусматривает применение в карьере механизированных устройств для повышения качества исходной руды, что позволяет увеличить производство железорудного концентрата при тех же мощностях.

Научные основы технологии предобогащения руды в карьерах представляют совокупность новых, ранее неизвестных закономерностей, позволяющих с учетом горногеологических условий определять производительность фабрики по концентрату, производительность карьера, скорость понижения горных работ, параметры систем разработки и схем вскрытия, формировать комплекс оборудования (канд. техн. наук Бабий Е.В.)

5. Впервые разработана классификация образования техногенных типов горных пород (рис.1) в результате технологических, геомеханических и экзогенных процессов, происходящих при добыче полезных ископаемых (канд. техн. наук Е.А. Бубнова). Она позволяет установить взаимное влияние естественной, нарушенной и техногенной геологических сред при добыче полезных ископаемых открытым и подземным способом на геофильтрационные процессы, формирование техногенных месторождений и оползневые процессы.



3) технологию восстановления гидрорежима грунтов и технические решения по сохранению водного баланса территории, подверженной влиянию горных разработок и уменьшению водопритоков в карьер при вскрытии глубоких горизонтов. Также разработана теория образования оползневых процессов на контакте естественной, нарушенной и техногенной геологических сред, что позволило обосновать и успешно внедрять технические решения для предупреждения и ликвидации оползней в пространствах карьеров и на поверхности отвалов.

Разработана методика определения необходимой производительности горнотранспортного комплекса по выемке пород вскрыши в условиях изменения параметров рабочей зоны и параметров системы разработки, исходя из потребной производственной мощности глубокого карьера (разработчик канд. техн. наук О.А. Медведева).

Разработана технология послойной горнотехнической и биологической рекультивации земель, нарушенных горными работами (ТПГТБР). Сущность ее заключается в создании капиллярной системы в слоях потенциально-плодородных пород корневой системой растений-сидератов. Это позволяет создать в техногенной геологической среде искусственную пористость и капиллярность, соответствующие естественной и даже лучше (рис. 2).

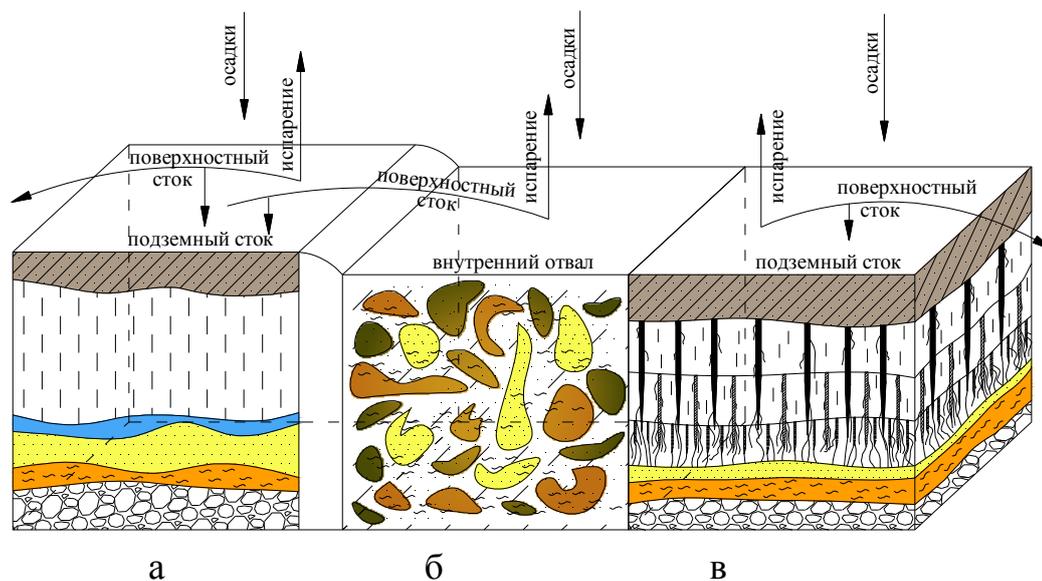
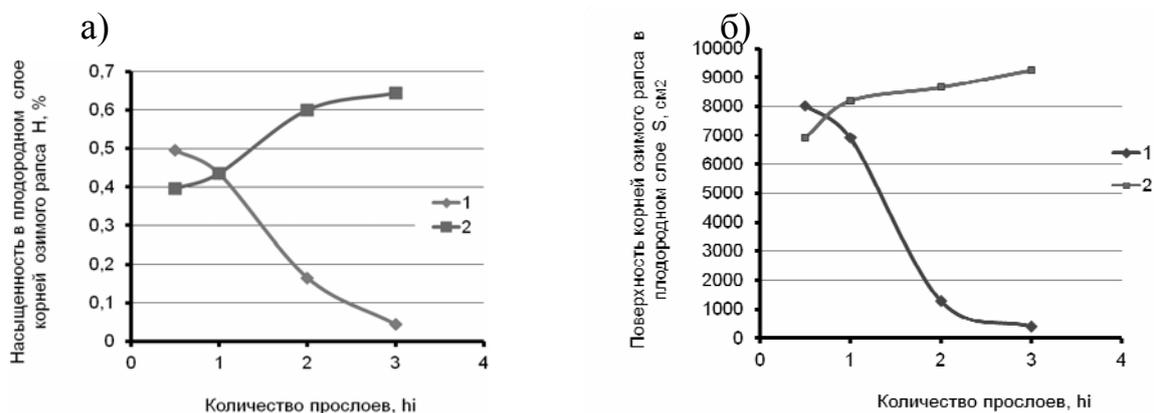


Рис. 2 - Водообменные процессы в естественной (а), техногенной (б) геологических средах, и, в техногенной геологической среде (в) с восстановленными свойствами при ТПГТБР.

Установлено, что при ТПГТБР в формируемом слое почвы насыщенность корнями и общая искусственная пористость нижнего из его прослоев больше чем в верхнем (см. рис. 3). Процесс накопления осенне-зимней влаги в техногенной геологической среде восстанавливается за счет капиллярной системы, созданной порами корней растений (разработчик инж. I-кат. Ворон Е.А.).



1 –при применяемой технологии рекультивации; 2 –при технологии послойной горно-технической и биологической рекультивации (ТПГТБР);

Рис. 3 – Распределение поверхности корней (а) и изменения насыщенности корнями (б) в формируемом слое почвы при существующей технологии рекультивации и при ТПГТБР

На основании взаимосвязи естественной, нарушенной и техногенной геологических сред установлены основные причины оползневых процессов и разработаны решения для их устранения на Чкаловском карьере №2 ОГОКа, карьере Завальевского графитового комбината, на Северо-западном отвале Анновского карьера и Первомайском карьере СевГОКа (Разработчики кандидаты техн. наук Бабий Е.В., Бубнова Е.А., Медведева О.А., инженер Сарвас Н.М.).

Разработана технология эксплуатации шламохранилищ с их последовательной расчисткой. На основании этой разработки выполнен проект расчистки шламохранилища Грушевской ОФ в балке Бабурина (научн. рук., проф. М.С.Четверик, отв. исп., канд. техн. наук Е.А. Бубнова., исп. О.А Медведева, Е.В. Бабий).

### 4.3. Подготовка кадров

Важным направлением деятельности отдела в этот период является подготовка кадров высшей квалификации. С 2006 года три сотрудника отдела защитили кандидатские диссертации. Готовит диссертационную работу инж. I-й кат. Ворон Е.А.

Работы коллектива отдела отмечены премиями:

1) Премия академии наук Украины для молодых ученых в 2005 г. коллективу авторов: Бубнова Е.А., Бабий Е.В., Зайцев М.С. за работу «Геомеханические процессы в горном массиве в зависимости от скорости перемещения очистного забоя при подземной выемке угля»;

2) Премия Президента Украины для молодых ученых в 2008 г. коллективу авторов: Бубнова Е.А., Золотин В.Г. за работу «Геомеханическое обоснование параметров технологии повышения устойчивости выработок, расположенных в сдвигающемся массиве».

Кроме того, молодые ученые отдела неоднократно получали гранты на свои разработки:

1) Грант Президента Украины для талантливой молодежи в 2005 г. получила Ворон Е.А. на выполнение работы «Розвиток гірничих робіт по доробці кар'єру для створення промислово-господарських та туристично-оздоровчих комплексів».

2) Грант академии наук Украины в 2005 г. получил коллектив Зайцев М.С., Бубнова Е.А. на выполнение работы «Разработка методики определения углов сдвигения горного массива с помощью визуального внутрискважинного контроля».

3) Грант академии наук Украины в 2007 г. получил коллектив Бубнова Е.А., Медведева О.А. на выполнение исследований по теме «Разработка информационного обеспечения безопасного ведения горных работ с использованием цифровых технологий стереофотосъемки».

4) Грант Президента Украины для поддержания научных исследований молодых ученых в 2010 г. получила Бабий Е.В. на выполнение исследований по теме «Обґрунтування технології передзбагачення залізистих кварцитів в кар'єрах та формування технологічних комплексів з використанням кваліметричних методів оцінки якості сировини».

#### **4.4. Организация отделом ежегодной конференции «Геотехнические проблемы разработки месторождений».**

Привлечение в отдел молодежи потребовало не только их обучения и выведения на грань «знания – не знания», не только ознакомления с горными предприятиями, проектными институтами и налаживания связей с их сотрудниками, но и апробации результатов их исследований, умению их излагать и отстаивать. С этой целью, по инициативе отдела и при поддержке руководства института была организована конференция молодых ученых «Геотехнические проблемы разработки месторождений», которая проводится ежегодно с 2003 года. За период проведения конференций было выпущено 12 сборников научных трудов, заслушано около 300 докладов. На этой конференции апробировали результаты своей научной работы многие сотрудники ИГТМ НАНУ и других научных учреждений, ныне доктора и кандидаты технических наук.

Особенностью этой конференции является то, что она охватывает широкий круг проблем горного дела, соответствует наименованию института. Кроме того, она проводится для участников бесплатно. Это позволяет привлекать для участия в конференции широкий круг молодежи: аспирантов, соискателей, инженеров проектных институтов и др. Проведение такой конференции позволяет расширить научный кругозор ее участников.

#### **5. Основные направления дальнейших исследований**

Добыча полезных ископаемых в Украине производится все на больших глубинах и все больше возникает проблем как в области технологии добычи полезных ископаемых, так и экологии.

Глубины карьеров и шахт Кривбасса достигли величин, при которых необходимо принимать технические решения о дальнейших направлениях добычи железных руд, обеспечивая экономичность, экологичность и необходимую производительность. Это необходимо потому, что технические решения могут осуществляться продолжительный период, за который горные работы достигнут граничной глубины, когда принимать их будет уже поздно. Поэтому возникает необходимость выбора направления дальнейшего развития сырьевой базы и технологий разработки для удовлетворения потребностей в железорудном сырье.

Таковыми направлениями могут быть: а) освоение добычи, обогащения окисленных кварцитов, получения из них высококачественных концентратов; б) дальнейшее развитие циклично-поточной технологии с наклонными и круто наклонными конвейерами; в) применение технологии предобогащения руды в карьерах и шахтах; г) повышение углов откоса нерабочих бортов карьеров с 36-38° (принятых в настоящее время в проектах) до 50-60°; необходимо обеспечение безопасности и заданного запаса устойчивости; д) использование отработанных карьеров для размещения в них отвалов и отходов обогащения; е) сосредоточение добычи руды на одном или нескольких наиболее перспективных карьерах и закрытия остальных; ж) подземная добыча богатых руд; з) подземная добыча магнетитовых кварцитов; и) переход на открыто-подземную разработку; к) освоение технологии выемки руды и вскрышных пород «волнами» с понижением горных работ «крутыми слоями».

Весьма важным является решение проблем в области экологии при добыче полезных ископаемых на больших глубинах.

За 130 лет разработки Криворожского месторождения железных руд в недрах Земли и на поверхности образовались выемки в виде карьеров, глубиной свыше 500м (и в дальнейшем до 600м), длиной от 4 до 8 км. Такие огромные выемки могут оказать влияние и на вращение нашего дома - планеты Земля. Планета Земля – это не равновесная диссипативная система, которая само организуется. Ее вращение обусловлено неравновесным состоянием: приближением геоида к эллипсоиду вращения. Когда наступит равновесное состояние – Земля перестанет вращаться. И неизвестно: выемка таких огромных масс горных пород, сосредоточенных в одном месте, улучшает равновесное состояние Земли или ухудшает. Достаточно ли точность приборов и расчетов, которые позволяли бы установить влияние таких масштабных изменений в верхней коре планеты на ее параметры.

При полной отработке карьеров они будут заполнены минерализованными водами. Откачивать их после окончания горных работ у государства нет экономической возможности...и некуда эти воды направлять...Образование морей приведет к повышенным испарениям и подтоплению территорий. Такая ситуация приведет к изменению климата не только в г. Кривой Рог, не только в Украине, но, возможно, и в Европе.

При подземной добыче угля не достаточно изучена взаимосвязь горного давления, сдвижения горных пород и газовыделения; не изучена взаимосвязь

скорости развития деформаций в массиве со скоростью проведения горных работ. Во многих случаях этот процесс рассматривается как стационарный.

В связи с образованием в результате добычи и обогащения полезных ископаемых в геологической среде значительных по площади и глубине пространств нарушенных и техногенных сред, необходимо детальное изучение характера взаимодействия этих сред, так как это является одним из основных факторов, влияющих на развитие негативных процессов (подтопление, оседание, оползни и др.). Установление закономерностей взаимодействия природной, нарушенной и техногенной геологических сред и параметров технологий их образования позволит разработать эффективные технические решения по восстановлению свойств геологической среды до состояния, близкого к естественному и, соответственно, снизить риск возникновения опасных экзогенных процессов.

Добыча полезных ископаемых будет производиться на все больших глубинах. Поэтому важным является разработка новых технологий и учет последствий этой человеческой деятельности.

**УДК [622.02:539.2.8].001.5**

Отдел механики горных пород,

зав. отделом, д-р техн. наук, С.И. Скипочка

## **ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОТДЕЛА МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД**

Викладено історію створення, розвитку та найсуттєвіші наукові і прикладні результати, які отримано у відділі механіки гірських порід за часи його існування. Відмічено, що відділ перетерпів багато змін, змінилося декілька завідуючих відділом, але науковий напрямок залишився. Це – динамічні явища у гірничих масивах під час прогнозування зон, небезпечних по виникненню несподіваних викидів при проведенні виробок, вдосконаленню методів прогнозу стійкості гірничих виробок, проявлення гірського тиску під час ведення очисних робіт.

## **HISTORY AND DEVELOPMENT OF ROCK MECHANICS DEPARTMENT**

History of creation is laid out, development and the most substantial scientific and applied results which are got in the department of mechanics of mountain breeds in times of his existence. It is marked, that a department suffered a lot of changes, a few managers changed by a department, but scientific direction remained. This are the dynamic phenomena in mountain ranges during prognostication of areas dangerous after the origin of the unexpected troop landings during conducting of making, to perfection of methods of prognosis of firmness of the mountain making, display of mountain pressure during the conduct of cleansing works

Создание и развитие отдела теснейшим образом связано с созданием Института геотехнической механики АН УССР.

Еще при комплектовании научными сотрудниками первых 4-х отделов организованного в марте 1962 года Отделения горнорудных проблем (ОГРП) института электротехники АН УССР (первой официальной стадии создания ИГТМ) его руководитель, член-корреспондент АН УССР, профессор Н.С. Поляков вел переговоры с руководителями кафедр Днепропетровского горного института по подбору специалистов для проведения исследований физико-