

УДК 622.02:539.2/8.001.5

*Мележик А. И.
(к.т.н., доц. каф. разработки месторождений полезных ископаемых,
и. о. декана горного факультета,
ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

Профессор ЛИТВИНСКИЙ ГАРРИ ГРИГОРЬЕВИЧ

**80-летний юбилей,
65 лет трудовой,
55 лет научной и
50 лет педагогической деятельности**



Известный учёный в области механики горных пород, физики горных процессов, создания новой горной техники и технологии, доктор технических наук (1988), профессор (1989), Заслуженный деятель науки и техники Украины (1991), Заслуженный изобретатель СССР, действительный член Академии строительства Украины и Академии горных наук, входит в состав редколлегий ряда научных изданий горной тематики. Был членом специализированных советов по защите докторских диссертаций в МГГУ (Москва), ДНТУ (Донецк), ДонГТУ, экспертом комиссии по горным наукам Министерства образования и науки Украины, членом Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Украины и др.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Родился 08.01.1939 г. в Воронеже в семье военнослужащего. Окончил с отличием горный техникум (г. Ростов-на-Дону, 1957), Донецкий политехнический институт (г. Донецк, 1962), аспирантуру (ДонУГИ, 1967), докторантуру (КГМИ, 1977). Как студент-отличник получал именную Ворошиловскую стипендию, проводил большую общественную работу: был членом райкома комсомола, членом бюро комитета комсомола ДПИ, председателем секции туризма-альпинизма института и др.

После института работал горным мастером в тресте «Донецкшахтопроходка» (1963), научным сотрудником в ДонУГИ (до 1969 г.), затем доцентом, профессором, зав. кафедрой «Строительные геотехнологии» ДонГТУ.

Кандидатскую диссертацию защитил в Донецком политехническом институте (1967), а докторскую диссертацию по специальностям «Физические процессы горного производства» и «Разработка месторождений полезных ископаемых» защитил в ИГТМ АН УССР (г. Днепропетровск, 1988).

В процессе своей научной деятельности и как член учебно-методической комиссии Минобразования СССР посетил более 120 горных предприятий, шахт, рудников и карьеров Донбасса, Кривбасса, Кузбасса, Дальнего Востока, Казахстана, Грузии, Эстонии, Средней Азии, Якутии, Урала, Кольского полуострова, Польши, Чехии, Вьетнама и др.

В качестве эксперта и консультанта участвовал в комиссиях по расследованию аварий, несчастных случаев, экспертизе проектов, оказывал техническую помощь горнодобывающим предприятиям при внедрении новой техники и использовании результатов научных исследований.

Является автором около 370 научных работ (160 без соавторов), в числе которых 6 монографий, около 40 методических разработок для высшей школы. Имеет более 170 изобретений и патентов (70 без соавторов).

Экономическая эффективность научных разработок превышает 4–6 раз на единицу затрат, что доказывает их актуальность и полезность. При внедрении разработок получен экономический эффект, превышающий 6 млн руб. (в ценах 1991 г.).

Научные разработки отражены в нормативных документах союзного и республиканского уровня, внедрены во многих проектных организациях, включены в монографии и учебники, используются в учебном процессе при подготовке горных инженеров, магистров, аспирантов. Разработанные новые способы и средства управления устойчивостью горных выработок внедрены на 13 угольных шахтах Донецкого и Карагандинского бассейнов, использованы в проектах строительства и реконструкции 18 шахт.

Поддерживает научные связи с коллегами из России, Польши, Вьетнама, Болгарии, Канады, Югославии, Словакии и других стран. Полный кавалер знаков «Шахтёрская Слава» и «Шахтёрская доблесть», неоднократно награждён золотыми и серебряными медалями ВДНХ СССР и УССР и др., знаками «Победитель соцсоревнования», «Заслуженный изобретатель СССР», призами в номинациях за лучшее изобретение Украины и др.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ



16 лет — учащийся Ростовского-на-Дону
горного техникума



49 лет — защита докторской
диссертации



65 лет — профессор ДонГТУ



В своем рабочем кабинете (2015 г.)

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1. Теоретические и фундаментальные исследования

1.1 Аналитическая теория прочности

Теория основана на критерии прочности в дифференциальной форме, вводит новые физически содержательные прочностные показатели материала (когезии сдвига, разрыва и параметр хрупкости). Впервые позволяет учитывать структурную нарушенность, трещиноватость, дефекты и микронеоднородность материалов (горных пород).

Главные отличительные свойства разработанной теории:

- доказательство отсутствия влияния промежуточной компоненты тензора напряжений на критерий прочности;

- вывод дифференциальных порождающих уравнений прочности на основе физически обоснованной новой механической модели сдвиговых трещин, на берегах которых действует не только сухое, но и *жидкостное* трение;

- вывод критериев разрушения из *дифференциальных* уравнений прочности в зависимости от структурного строения материала и наличия в нём трещинной поврежденности.

Аналитическая теория прочности была подтверждена экспериментальными данными разных авторов при испытаниях разнообразных горных пород в стабилометре.

Особенно важна роль новой теории прочности при переходе от эмпирических подходов к теоретическим при:

- развитии теории *механического резания* породных массивов резцами и шарошками исполнительных органов горных машин (комбайны, струги, буровые установки и пр.);

- создании теоретических основ *геомеханики подземного взрыва и бурения*, обосновании параметров ведения горноинженерных работ в подземных условиях и в карьерах;

- определении *критериев опасности* и коэффициентов запаса прочности для оползней, явлений суффозии, внезапных обрушений, обвалов и карстовых явлений, особенно выходящих на поверхность.

1.2 Реономная микромеханика разрушения

Разработана на основе последних достижений в области механики твёрдого тела: *кинетической* и *аналитической* теорий прочности, механики трещин и разрушения. Объясняет и предсказывает основные особенности механического поведения материала во времени путём решения системы *кинетических дифференциальных уравнений роста и залечивания* микродефектов. Объединяет с единых методических позиций теории ползучести и пластичности путём описания роста и залечивания микротрещин во времени.

Новым в ней является то, что на базе основных положений кинетической теории прочности впервые рассмотрены в подвижном взаимодействии процессы *образования, роста и залечивания* микродефектов во времени при произвольно заданной внешней нагрузке.

Впервые теоретически объяснены и созданы расчётные алгоритмы деформации при установившейся и неустановившейся *ползучести*; изменение компонентов тензора напряжений на разных стадиях *релаксации*; рассчитаны эффект Баушингера, эффект памяти Кайзера, показаны закономерности петель гистерезиса при нагрузке и разгрузке; открыто новое явление *фрагментации упругих напряжений* на различных площадках в теле под нагрузкой и раскрыт механизм «переползания» сдвиговых микродефектов во времени, что позволяет разработать принципиально новую теорию ползучести.

Реономная микромеханика, таким образом, способна охватить своим аналитическим аппаратом всё многообразие извест-

ных в настоящее время механических моделей поведения твёрдого деформируемого тела и дать надёжную теоретическую базу для разработки инженерных методов расчёта. Особенно ценным является возможность расчёта состояния материалов при *знакопеременных* нагрузках, в поле изменяющихся температур, при производных способах нагружения и разгрузки и в запредельном состоянии.

1.3 Структурная геомеханика неоднородных массивов

Разработаны теоретические основы структурной геомеханики материалов. В её рамках предложена новая физическая модель *масштабного эффекта*, основанная на теории сплошности. Главной новизной теории масштабного эффекта является логическое разделение понятий свойств массива и его структурного строения. При этом масштабный эффект трактуется как проявление структурных особенностей пространства, которые оказывают влияние на все его физические свойства, а не только на прочность, как трактовалось доньше.

В основу *структурной* геомеханики массивов положен понятийный аппарат *структурного блока* как минимального элемента массива, отражающего его строение, задаваемое каждой данной системой трещин. Для каждой системы неоднородностей существует свой структурный блок. Поэтому массив может содержать большое число структурных блоков, системно упорядоченных для разных видов неоднородностей.

Доказан важнейший принцип *линейной суперпозиции* различных систем неоднородностей, что позволяет давать описание структурного строения массивов и сред любой сложности. Раскрыта физическая сущность и закономерности изменения прочности структурно *неоднородных* массивов. Впервые показано, что с изменением *напряжённо-деформированного* состояния массива меняется и влияние масштабного фактора на прочность, что ранее не учитывалось.

Структурную геомеханику горных пород и массивов следует рассматривать как базовую науку при подготовке горных инженеров всех специальностей, а также как основу для оценки степени нарушенности и опасности ведения горных работ при добыче полезных ископаемых и при строительстве наземных и подземных объектов.

Разработанные аналитические подходы при постановке и решении задач структурной механики могут быть полезными не только в области горной геомеханики, но и для смежных научных направлений, которые развиваются в материаловедении: грунты и основания при строительстве сооружений, зернистые и неоднородные среды типа льда, фирнового снега, фанеры и слоистых стеклопластиков, в том числе металлы, бетоны и другие конструкционные материалы.

1.4 Новая теория проявлений горного давления (ПГД)

Аналитическими и экспериментальными исследованиями впервые сформулированы и обоснованы *две фундаментальные закономерности* потери устойчивости и разрушения пород вокруг выработок в процессе их формоизменения при движении фронта хрупкого разрушения.

Показано, что устойчивость выработки зависит не только от величины, но и от вида напряжённого состояния пород:

➤ *I фундаментальная закономерность I-ФЗ*: если разрушение пород вокруг выработки вызвано напряжениями растяжения, то процесс разрушения приводит к снижению их концентрации и, после формирования нового контура устойчивости, разрушение самопроизвольно останавливается;

➤ *II фундаментальная закономерность II-ФЗ*: при разрушении пород от сжатия распространение разрушения вызывает рост концентрации напряжений, это побуждает фронт хрупкого разрушения двигаться далее, что ведёт к снижению устойчивости, а далее — к завалу выработки.

Установлены причины и основные закономерности разрушения пород вокруг выработок по разным механизмам от напряжений сжатия и растяжения. Впервые доказан и объяснён **феномен множественности форм проявлений горного давления** в выработках и их принципиальные различия по развитию разрушения пород (вывалы, своды естественного равновесия, зоны запредельных деформаций и переходные формы).

Предложена **новая классификация ПГД**, основанная на установленных фундаментальных закономерностях и использовании особого классификационного критерия — **локального нормированного критерия разрушения (ЛНКР)**. Классификация учитывает исходное поле напряжений массива, взаимовлияние форм разрушения пород на различных участках контура выработки и позволяет уже на стадии проектирования предусматривать с достаточной степенью достоверности требуемые конструктивные параметры крепи и геомеханические параметры способов управления устойчивостью пород.

Решением неосесимметричного **класса упругопластических задач** о проявлениях горного давления вокруг выработок для идеально пластичных пород, сыпучих тел, а также для пород с запредельными деформациями установлены закономерности развития зон запредельного деформирования (ЗЗД) вокруг выработок с учётом возмущающего воздействия основных неосесимметричных факторов горного давления:

➤ **анизотропия и неоднородность** прочностных свойств горных пород, что позволяет учесть их структурное строение (слоистость, трещиноватость и пр.);

➤ **учёт массовых сил** в ЗЗД приводит к конгруэнтному сдвигу внешней границы ЗЗД вверх по направлению гравитации;

➤ **разнокомпонентность исходного поля напряжений** в массиве приводит к формированию внешней границы ЗЗД в виде эллипса, большая ось которого вытянута в направлении минимального главного напряжения в массиве;

➤ **некруговой контур выработки** заметно искажает форму внешней границы ЗЗД лишь при незначительном её развитии;

➤ **неравномерность отпора крепи** изменяет форму ЗЗД подобно некруговой форме выработки и поэтому малосущественна при больших радиусах ЗЗД.

Сравнительная оценка влияния неосесимметричных факторов на форму ЗЗД показала, что наибольшее влияние оказывает неравнокомпонентность исходного поля напряжений и обобщённая анизотропия прочностных свойств пород в окрестности выработки. Используя полученные закономерности, можно разрабатывать численные расчётные методы прогнозирования горного давления с реальным учётом всего многообразия влияющих факторов.

Впервые решены задачи формирования ЗЗД вокруг выработки с учётом возникающих по мере роста зоны разрушения радиально ориентированных неоднородностей при дилатансионном разупрочнении пород. Доказано, что деформации пород в процессе развития ЗЗД образуются в основном за счёт дилатансии разупрочнённых пород. Разработана математическая модель развития смещений пород внутри ЗЗД за счёт снижения их прочности во времени.

1.5 Основы геомеханики подземного взрыва

В настоящее время расчёты подземного взрыва ведутся в основном на эмпирической основе, начиная со знаменитой формулы М. М. Борескова о форме воронки выброса. Поэтому важно получить для расчёта взрывного разрушения пород и массивов базовые аналитические формулы.

На основе аналитической теории прочности и новых базовых гипотез о формировании камуфлета и воронки выброса поставлены и решены **порождающие задачи** подземного взрыва для единичных и взаимодействующих, точечных и линейных зарядов. Выполненные исследования позволили сделать следующие выводы:

➤ основная роль в разрушении пород в пределах воронки выброса принадлежит **газообразным продуктам взрыва** во время так называемой его статической фазы;

➤ предложена **новая расчётная схема взрыва** заряда ВВ на выброс, основанная на прямом определении размеров воронки выброса путём вычисления нормированного критерия разрушения с помощью аналитической теории прочности.

Установлены закономерности механического действия сферического и цилиндрического зарядов на выброс.

1.6 Геомеханика бурового породоразрушающего инструмента (БПРИ)

Разработана математическая модель геомеханического взаимодействия БПРИ с породами забоя скважины. На основе использования феномена пинч-эффекта, открытого Бриджменом, раскрыт механизм формирования трещин разрыва под лезвием БПРИ и их дальнейшего распространения.

Впервые рассмотрена проблема оптимизации БПРИ и сформулированы основные требования к способу бурения и инструменту для его осуществления. Показаны основные технические противоречия при бурении и пути их устранения. Впервые сформулирован критерий оптимизации для формы лезвия и доказано, что оптимальная конфигурация лезвия БПРИ в проекции на породный забой представляет собой спираль Архимеда. Предложена оптимальная форма БПРИ.

2 Лабораторный и натурный эксперимент

2.1 Испытания горных пород и материалов, методики и приборы

По этому направлению исследований разработаны:

➤ **портативный прибор экспресс-испытаний горных пород (ППЭИ)** для проведения прочностных испытаний в лабораторных и полевых условиях на образцах по-

луправильной и неправильной формы, а также на кернах с необработанными торцами;

➤ **прибор для ударных и статических экспресс-испытаний (ПУСЭИП)**, отличающийся предельной простотой, малой массой и возможностью проведения не только статических, но и динамических испытаний в полевых и лабораторных условиях; незаметным при проведении массовых испытаний пород в условиях быстро меняющейся структуры и типов пород при строительстве подземных и наземных объектов;

➤ комплексный метод испытаний пород в виде образцов как необработанных кернов, позволяющий с помощью набора разработанных инденторов определить пределы прочности пород на одноосное сжатие и растяжение, построение полярной диаграммы прочности с учётом плоскостей ослаблений и слоистой неоднородности пород и др.

2.2 Шахтные наблюдения и интроскопия массивов

Обоснована ускоренная методика шахтных инструментальных наблюдений за проявлениями горного давления (смещения породного контура, нагрузка на крепь и пр.), отличающаяся использованием теоремы отсчётов Котельникова, причём обработку наблюдений ведут в подвижной системе координат (Эйлера), связанной с движущимся источником изменения сигнала (в нашем случае — фронтом очистных работ или забоем горной выработки).

Разработаны приборы для:

1) определения нагрузки на крепь и смещений пород массива горных пород;

2) измерения структурной неоднородности массива и контроля качества скрытых работ по активной взрывной разгрузке массива от напряжений и последующего упрочнения пород (реометрический метод и реометрическая установка, метод измерения диэлектрической проницаемости массива и интроскоп по его осуществлению и др.).

Усовершенствованы методы моделирования физических процессов горного про-

изводства на аналоговых и физических моделях (метод ЭГДА, стенды испытания моделей крепи и затяжки, стенд импульсного моделирования взрыва и др.)

3 Технологические и конструкторские исследования и разработки

3.1 Новая научная доктрина «Шахта XXI Века»

На основе изучения антагонистической борьбы новой и старой научных доктрин развития горной техники вскрыты присущие им основные технические противоречия. Выявлены реликты горной техники, блокирующие её развитие: резцы, редуторы, трубы, канаты, копры, подъёмные машины, насосы, вентиляторы, рельсы и др. Показаны направления развития горной техники и технологии.

Разработаны конструкции, выполнены расчётные обоснования и подготовлены эскизные чертежи на новые образцы горной техники и технологии, в числе которых:

- *проходческий комбайн «MIR»* фронтального действия со шнеково-шарошечным исполнительным породоразрушающим рабочим органом, обеспечивающий скорость сооружения горных выработок до 100 м/сут.;

- *агрегат фронтальный шнековой выемки (АФШВ)* для безлюдной добычи угля на тонких и сверхтонких пластах от 0,4 до 1,2 м производительностью 4...7 тыс. т/сут.;

- *универсальная схема вскрытия*, подготовки и система разработки тонких и сверхтонких угольных пластов для безлюдной высокопроизводительной выемки;

- *новая система подземного газообмена без вентиляторов, бесканатный подъём и беструбный водоотлив* производительностью 1000 м³/час — перспективное научное направление в области стационарных горных машин;

- прогрессивные высокопроизводительные схемы *околоствольного двора* и генерального плана *поверхности шахты* нового технического уровня.

3.2 Активные способы обеспечения устойчивости подземных выработок

Состоят в активной разгрузке и последующем упрочнении горных пород (борьба с пучением почвы горных выработок АРПУ, породонесущие конструкции крепи «Монолит» различных модификаций, бутовая полоса с предварительным распором, взрывная разгрузка кровли и др.).

3.3 Рамные конструкции крепи

Новые узлы податливости и межрамные ограждения, активные способы повышения несущей способности крепи путём управления распределением усилий в конструкции (элементы усиления, «заневоливание» деформациями, предварительное напряжения канатной стяжкой, расклинкой и др.).

4 Подготовка кадров

Профессор Г. Г. Литвинский осуществляет подготовку кадров высшей квалификации, руководит аспирантурой и докторантурой. Под его научным руководством по специальностям «Шахтное и подземное строительство», «Разработка месторождений полезных ископаемых», «Физические процессы горного производства» защищено 12 кандидатских диссертаций, два докторанта получили учёную степень доктора технических наук.

В ДонГТУ подготовил ряд оригинальных циклов лекций по дисциплинам «Конструкции и расчёт крепи», «Тенденции и закономерности развития горной техники и технологии», «Теория и практика управления горным давлением», «Механика подземных сооружений» и др.

Разработал более 40 методических пособий и инструкций по подготовке горных инженеров, бакалавров и магистров по специальности «Шахтное и подземное строительство».

За период работы в университете им совместно с учениками созданы *учебные и исследовательские лаборатории* в облас-

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ти испытания свойств горных пород и изучения свойств массивов методами реономных измерений и интроскопии, моделирования проявлений горного давления, испытания конструкций крепи и затяжек.

Спроектированы и изготовлены **стенды для лабораторных и исследовательских работ** по изучению действия взрыва, использования моделирования методом гид-

родинамических аналогий на электропроводной бумаге, целый комплекс измерительной аппаратуры и приборов, которые широко используются для проведения лабораторных, научно-исследовательских работ студентов, магистров и аспирантов, для выполнения госбюджетных и хоздоговорных работ по заказам предприятий горной промышленности.