

Журнал издается 21-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходивших в России и СССР в 1910-1936 гг.

Издатель – ОАО «ГИПРОЦВЕТМЕТ»
Генеральный директор,
кандидат экономических наук
Потылицын Виталий Алексеевич
Председатель Редсовета, д.т.н., проф.,
Академик АГН
Иофис Михаил Abramovich

Члены Редсовета:

Гордеев В.А.	Кузьмин Ю.О.
Гусев В.Н.	Макаров Б.Л.
Загибалов А.В.	Макаров А.Б.
Залялов И.М.	Милетенко Н.А.
Зимич В.С.	Навитний А.М.
Зыков В.С.	Стрельцов В.И.
Казикаев Д.М.	Толпегин Ю.Г.
Калинченко В.М.	Трубчанинов А.Д.
Кашников Ю.А.	Черепнов А.Н.
Киселевский Е.В.	Шадрин М.А.
Козловский Е.А.	Юнаков Ю.Л.

Редакция:

Главный редактор
КАПИТОНОВ Сергей Иванович
тел.8-916-919-82-71

Зам.главного редактора и корректор
НИКИФОРОВА Ирина Львовна
тел.8-926-247-32-51

Технический редактор
МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

Дизайн
ПОСАЖЕННИКОВ Алексей
Викторович

Адрес: 129515, Москва, а/я №51 –
«Гипроцветмет»-МВ,
ул.Акад.Королева, 13, стр.1 оф.607

Тел/факс: (495) 616-95-55-МВ
Тел. (495) 600-32-00 доб.14-19
E-mail: office@giprocm.ru:
<http://www.giprocm.ru>

Выходит 6 номеров в год.
Регистрационное свидетельство
Министерства печати и информации
РФ №0110858 от 29 июня 1993 г.

Отпечатано в типографии «П-Центр»
Формат А4, тираж 990 экз.,
 усл. печ. л. 8,0

Подписано в печать 20.09.2013 г.

Индексы в каталогах:
Агентства Роспечати 71675,
Пресса России 90949,
Урал-Пресс 71675

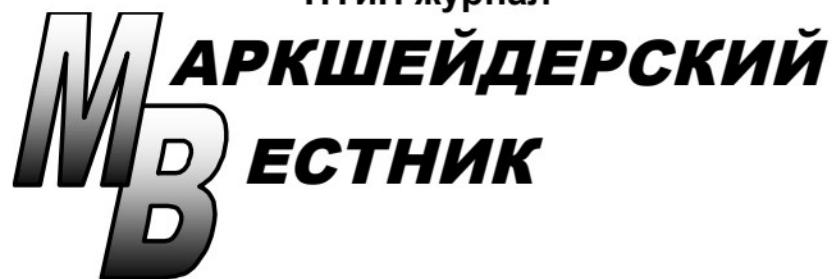
В течение года можно оформить
подписку на журнал через редакцию

За точность приведенных сведений и
содержание данных, не подлежащих
открытой публикации, несут ответст-
венность авторы.

Мнения авторов могут не совпадать с
мнением редакции.

Рукописи не возвращаются!

Ордена им.В.Н.Татищева «За пользу Отечеству»
НТиП журнал



№5 (97), сентябрь – октябрь, 2013 г.

Учредители:
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ГИПРОЦВЕТМЕТ

Журнал входит в перечень ве-
дущих научных изданий ВАК
Минобразования и науки РФ

«Присутствие ученого в производстве
незаметно, заметно его отсутствие...»

Академик А.Ю.Ишлинский

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**
- **ЮБИЛЕИ**
- **ИНФОРМАЦИЯ**



Учредители, издатель, редакционный совет и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляют наших читателей с праздниками: 1 сентября – Днем работников нефтяной и газовой промышленности; 13 сентября – Днем маркшейдера.

Желаем всем нашим недропользователям и их семьям доброго здоровья, успехов в труде, благополучия и личного счастья!

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Ю.Г.Толпегин. К вопросу эффективного освоения ранее разведанных запасов твердых полезных ископаемых.....	5
--	---

Обзор Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование».....	8
---	---

С.П.Бахаева, Д.В.Гурьев, Т.В.Михайлова. Исследование влияния изменчивости физико-механических свойств грунтов на устойчивость дамб.....	11
---	----

И.В.Деревяшкин, В.Г.Мерзляков. К вопросу оптимизации параметров технологии разработки на карьере ОАО «Лебединский ГОК»	15
--	----

– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Г.П.Жуков, В.Б.Лебедев, М.С.Кон. Маркшейдерское обеспечение строительства и эксплуатации вертикальных шахтных стволов	18
---	----

– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Ван Чжицян, Цяо Цзяньюн, Чжао Цзинли. Особенности сдвижения горных пород и исследование образующихся «трёх зон» при разработке толстого угольного пласта на полную мощность	21
---	----

В.Н.Захаров, И.Ф.Жариков, Б.К.Норель. Паспорт прочности для неоднородных горных пород в объемном напряженном состоянии	28
--	----

А.Е.Журавлёв, В.Н.Гусев. Определение параметров перехода от кривизны, получаемой из натурных наблюдений при различных интервалах между реперами, к истинной кривизне	32
--	----

Ю.О.Кузьмин. Физические основы измерения смещений земной поверхности методом РСА интерферометрии и проблемы их идентификации на месторождениях углеводородного сырья (УВ)	37
---	----

– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И.И.Ерилова. Опыт использования интернет - пространства в учебном процессе на примере сайта «Учебник маркшейдера и геодезиста»	45
--	----

– ЮБИЛЕИ

Ю.А.Кашников. 60 лет кафедре маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ).....	56
--	----

80 лет Роберту Андреевичу Такранову	63
---	----

– ИНФОРМАЦИЯ

В Ростехнадзоре поздравили ветеранов.....	64
---	----

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 622.013

Ю.Г. Толпегин

К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОГО ОСВОЕНИЯ РАНЕЕ РАЗВЕДАННЫХ ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Рассмотрены объективные причины упадка горнодобывающей отрасли, как следствие непродуманной экономической политики государства после раз渲ла Советского Союза. На фоне сотен брошенных перспективных предприятий Чукотки и Камчатки приводятся примеры успешного развития золотодобывающей промышленности Аляски и Камчатки. Даются рекомендации по проведению аукционов и тендевов по продаже лицензий на месторождения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: горнодобывающая отрасль; золотопромышленность; экономическая политика; лицензия на месторождения; аукцион; тендер; нормативно-правовое регулирование.



Кажется, совсем недавно, 25 лет назад, до раз渲ла Советского Союза, весьма успешно работала горнодобывающая отрасль. В советской геологической службе работало 218 территориальных и специализированных подразделений, объединяющих более 700 стационарных экспедиций, несколько тысяч сезонных и разведочных партий. Численный состав работников превышал 750 тысяч человек, причем существенная роль принадлежала высококвалифицированным специалистам. К 1990 г. объем финансирования геологоразведочных работ достиг максимума за всю историю промышленности. Были выявлены и разведаны десятки тысяч объектов с промышленными запасами платины, алмазов, золота, олова, вольфрама, меди, редкоземел и других металлов. На их базе возникли и эффективно работали горные предприятия металлургической промышленности и давали стране огромные прибыли. Но, главное, действующие предприятия обеспечивали каждому работающему социальную перспективу. В новой России этого нет. Выживаем, как кто сможет, хотя обещали много чего....

Экономист-теоретик, которому после раз渲ла Советского Союза было доверено сформировать экономический план развития страны, решил, что раз настала эра рыночной экономики, обрушил всю структуру промышленных связей. Хотя в Союзе, несмотря на тоталитарный режим коммунистов, можно было много хорошего позаимствовать, а не бросаться в омут неизвестности. Как получилось, теперь уже ясно и не с кого спросить и призвать к ответственности за полный развал промышленного производства. Попробуйте сегодня, будьте Вы опытным горняком, обогатителем или геологом, применить свои знания и опыт, естественно с достойной зарплатой - целая неразрешимая проблема. Только где-нибудь в Африке или Южной Америке это возможно. Вот и уезжают специалисты, организуют в чужой стране свое дело. В течение всех последних лет происходит неуклонное падение нашей экономики, косо подсевшей на «газово-нефтяную» иглу. С 1992 г. из-за ошибок младодемократов проводилась в жизнь политика либерализации цен, что вызвало их огромный скачок при отсутствии товаров. Деньги предприятий и граждан были полностью обесценены. Форсированная приватиза-

ция госсобственности фактически же основывалась на правовых актах и почти 60% важнейших государственных предприятий были денационализированы. Владельцами этих предприятий стали государственные чиновники, «бллатные» люди и криминалитет. Подобная приватизация, выдуманная и осуществленная под патронажем небезызвестного А.Чубайса, автора ваучерной системы присвоения собственности, привела к развалу в том числе и горно-металлургической промышленности, расцвету коррупции, выводу капитала (каждый год до 60 млрд.долл.) за границу. На фоне всей этой экономической неразберихи, тем не менее, укреплялось газово-нефтяное направление, дающее деньги и власть современной бюрократической системе. Эта однобокость на фоне богатейших запасов рудных месторождений, к сожалению неосваиваемых, определила на долгую перспективу российский экономический курс. По-видимому, российская власть посчитала, что демографический потенциал страны слишком слаб, чтобы осваивать рудные полезные ископаемые в Сибири и на Дальнем Востоке. Из-за ликвидации многих производств было объявлено «великое» переселение в центральные районы страны, но не поддержанное государством экономически. Огромные территории Севера и Сибири просто «оголились». С нормальной логикой эти действия нашего государства просто не объяснимы, тем более, если вспомнить, какими трудами удавалось осваивать эти пространства на протяжении многих десятилетий. Сегодняшняя экономическая ситуация в северных и сибирских районах просто удручет. Государство не оставило жителям этих районов никаких шансов. Большинство северных поселков, небольших городов, называемых монопоселениями, как бы вымерло - целые улицы пустых домов зияют выбитыми стеклами, нет работы и значит – жизни. Поселки, города исчезают с географической карты России из-за полного раз渲ла инфраструктур. С точки зрения стратегических государственных задач, экономики и медицины переселение – полнейшие абсурд. Такой «раскардаш» в экономической политике начался еще со времени подписания так называемого «беловежского соглашения». Прежде чем подписывать определяющий многие направления документ, нужно было просчитать все плюсы и минусы необратимых последствий. Но уж очень хотелось передела и неограниченной власти. Укрепляя вертикаль власти, государство полностью подавило самоуправление в ре-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

гионах. Назначенные руководители заглядывают в рот вышестоящему, считая, что любая инициатива наказуема. Все назначения сверху тщательно выверены, подстроены под власть, чтобы не было отклонений от назидательных указаний сверху. Часто, если же такой «казус» случается, включаются все рычаги дискредитации: «непослушный или неугодный» обвиняется во всех прегрешениях, естественно, сфальсифицированных. Примеров этому – достаточно много. Отсюда, не развиваются регионы, а экономика в них «тлеет» в ожидании дотаций. Чукотка и Камчатка – самые дальние регионы страны, но богатые минерально-сырьевыми и рыбными ресурсами. В экономическом плане самодостаточны. Но власть своей политикой все делала, чтобы обрушить экономику этих районов. На Чукотке работал крупный рудник Иультин, добывающий олово и вольфрам. Своего рода – монообразование, но в отличие от некоторых других болевых точек, запасы полезных ископаемых здесь значительны: кроме олова и вольфрама – золото, серебро, уголь. Тем не менее, рудник закрыли, территорию бросили, населению приказали переселяться, естественно, без всяких гарантий. Можно назвать еще сотни таких предприятий в стране, которые брошены (или будут брошены) из-за конъюнктурных соображения с подачи малограмматных экономистов.

Ближайший зарубежный сосед Чукотки и Камчатки – штат США Аляска, в далекие времена – одна из территорий России. Этот штат не повторил судьбу российских окраин только в силу грамотных решений. После грандиозных военных расходов Второй мировой войны экономика Аляски испытывала депрессию: золотодобывающие предприятия еще не восстановились, рыбно-морской промысел переживал кризис. Однако, в экономике штата изыскали новые доходные направления: деревообработка и производство растильного масла.

После открытия и освоения крупнейшего нефтяного месторождения Прадко были созданы тысячи новых рабочих мест, и начался экономический бум. В связи с богатством местное управление штата посчитало возможным назначить льготы: были отменены налоги на частные доходы и значительные суммы пошли на усовершенствование инфраструктуры. Избиратели одобрили создание фонда Аляски, в который поступает 25% прибыли, полученной от использования сырьевых ресурсов штата. Кстати, такие фонды существуют во многих других странах сырьевой ориентации – Кувейте, Канаде, ОАЭ, недавно – Норвегии. Каждый совершеннолетний гражданин Аляски, проживающий в штате не менее шести месяцев, получает дивиденды от фонда в размере одной тысячи долларов. Аборигены-алеуты и индейцы получили право на приобретение каждым ста акций работающих и добывающих полезные ископаемые предприятий штата. С целью учреждения возможного спада экономики управление штата рассматривает и внедряет другие проекты, в том числе освоение альтернативных источников энергии – геотермальной, ветровой, приливной. Многие специалисты жаждут

работать на Аляске, потому что здесь не существует проблем с отсутствием рабочих мест. Руководство штата, учитывая транспортные трудности, разработало программу обеспечения многих семей самолетами-амфибиями.

Как показало время, только местное самоуправление может обязать многие сырьевые монополии делиться прибылью от эксплуатации общенародного природного богатства. У нас в России крупные предприятия, добывающие нефть и газ, алмазы и др., например, Алроса, Газпром, Никель и не подумают выплачивать дивиденды местному населению и в этом с ними солидарно российской правительство.

Знают ли о всех этих бедах наше руководство и парламент? Как постоянно озвучивается в СМИ, знают. Почему же ситуация не меняется к лучшему? Представляется, что ситуация стала малоуправляемой, потому что процесс коррумпирования прошел все эшелоны власти – от местного и регионального управления вплоть до самых властных структур. Трудно остановить поезд, набравший бешеную скорость, последствия непредсказуемы. Будем надеяться, что здравый смысл в конце концов возобладает. Как показывает опыт многих стран, фундаментом для развития экономики являются инвестиции в инфраструктуру территорий, что будет способствовать организации и работе многих производств, создающих рабочие места и социальную перспективу.

Важнейшей задачей является определение степени самодостаточности отдельных районов страны, поскольку кризис в них приобрел системный характер и латание «дыр» ни в коем случае не улучшит ситуацию. Любая территория, как экономический объект, обладает целым рядом характеристик и ее ранг можно вычислить с помощью специально разработанного алгоритма. Внедрение предложенной методики позволило бы определить истинную «цену» определенного района, степень его самодостаточности и сформировать программу развития в нем производительных сил. Несомненно, такая стратегия поможет избежать ненужных дотаций.

Как уже упоминалось выше, на балансе государства находятся запасы многих месторождений металлов, право на разработку которых недропользователь получает после выдачи лицензии.

В одном из своих выступлений бывший министр природных ресурсов Ю.Трутнев констатировал резкое ослабление госконтроля за рациональным использованием недр. По мнению Ю.Трутнева, только аукционный способ предоставления прав на недропользование обеспечит правильную конкурентную основу. Но запасы месторождений полезных ископаемых – особый товарный продукт, который не может быть продан с молотка. Любая богатая компания купит объект «прозапас», на всякий случай увеличивая свои активы. Однако эти запасы могут длительное время и не быть вовлечены в разработку, потому что под существующие мощности уже имеются необходимые ресурсы. Вот, например, компания «Полюс золото» купила лицензию на добычу золотой руды из

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Якутского месторождения Кючюс. Продержав лицензию 10 лет, компания от лицензии отказалась. Это месторождение могло находиться в работе, если бы существовал другой способ распределений лицензий. Например, через конкурсную комиссию, которая, рассмотрев все необходимые документы, приложенные к заявке, приняла правильное решение, отдав предпочтение отечественной компании, имеющей опыт и укомплектованной высококвалифицированными специалистами, тем более, что известны случаи перепродажи полученных лицензий через подставные фирмы. Нельзя переуступить лицензию? Так продадут новому владельцу все предприятие вместе с лицензией, а запасы будут переходить из рук в руки в целях очередной наживы. Мы уже знаем, как это происходило с запасами крупнейшего золоторудного месторождения Сухой Лог или медного месторождения Удокан. Спекулятивные сделки по многим объектам совершаются до сих пор. Запасы не осваиваются, следовательно, страна не получает своих «дивидендов» за счет налогов. Время работает против нас, поскольку с каждым годом ухудшается инфраструктурная обстановка вокруг месторождений – уже ликвидированы транспортные коммуникации, нет энергетики – главных составляющих себестоимости. Чтобы заново все обустроить, нужны значительные денежные вливания и далеко не каждая компания на это пойдет. По этой причине запасы многих месторождений становятся непромышленными, хотя и числятся на балансе. Например, месторождение Кючюс имеет труднообогатимые руды, но большие запасы с содержанием золота в 10 г/т. Теперь, чтобы сделать этот объект рентабельным, нужно пересчитать запасы, естественно, с уменьшением их количества. Это будет уже другое месторождение и навряд ли найдутся «охотники» за этим объектом, тем более что ведомство определило стартовый платеж в несколько миллионов долларов.

При внесении заявки на участие в тендере на получение лицензии нужно осуществить стартовый платеж, который во многих случаях сильно завышен из-за того, что «ценность» объекта определена с уч-

том прогнозных запасов, которые часто не подтверждаются. Это знают многие горнодобывающие предприятия, и статистика свидетельствует, что многие объявленные тендеры не состоялись именно по этой причине. Возможно, чтобы привлечь к разработке месторождения действительно хороших специалистов, но не имеющих большого капитала, нужно отложить получение от них стартового платежа, например на 2-3 года, пока добывчное предприятие не заработает свои первые деньги.

Проводимые в нашей стране аукционы на получение лицензии в значительной мере коррумпированы, и не случайно многие богатые месторождения типа Кубака или Купол отрабатываются иностранными компаниями. В нашей стране работают прекрасные специалисты горняки, обогатители, механики, но рабочих мест им на этих объектах не досталось. Почему? Риторический вопрос, потому что ответ каждый специалист знает.

Конкурсы, несомненно, в большей степени свободны от предвзятости, потому что победителя определяет большая комиссия экспертов-специалистов. Учитывая бюрократическую «стойкость» нашего департамента недропользования необходимо вернуть регионам все права на выдачу лицензий недропользователям по всем объектам, кроме особых случаев, оговоренных Правительством. Именно только регионы способны реализовать все резервы недропользования. В противном случае, нас по-прежнему ожидают все негативные последствия, которые приведут к тому, что запасы большинства объектов, созданных десятилетиями огромным трудом специалистов, будут иметь «чисто геологический интерес».

Запасы в недрах не должны залеживаться, они разведывались совсем для других целей, а именно для пополнения государственной казны. Об этом наше государство забыло или, как говорят, «не берет эти проблемы в голову».

Нашей стране нужна четкая государственная политика в области геологии и добычи и нормативно-правовое регулирование в сфере обращения добываемых металлов.

*Юрий Григорьевич Толпегин, д.г.-м.наук, профессор,
тел.(495)491-82-12, 767-14-40*

От редакции:

Помещая острую критическую статью заслуженного золотопромышленника России Толпегина Ю.Г., мы надеемся получить отклики наших неравнодушных читателей, также озабоченных непростым положением в минерально-сырьевом комплексе России.

Почему бросаются теперь даже «перспективные предприятия»? Как правильно проводить аукционы и тендеры? Как решаются проблемы купли-продажи лицензий на месторождения за рубежом и у нас в России?

Мы ждем Ваших откликов: острой критики и конструктивных предложений. Возможно, они помогут в разработке эффективной государственной политики в геологии, добыче минерального сырья и обращении металлов.

Ниже мы приводим обзор Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование», где приняли участие руководители и ведущие специалисты предприятий горно- и нефтеперерабатывающих организаций.

Вероятно, было бы полезным организовать под руководством Союза маркшейдеров России и Союза золотопромышленников России аналогичную конференцию по рациональному использованию минерально-сырьевой базы золотопромышленников с привлечением представителей предприятий Колымы и Чукотки и других золотопромышленных районов России.

Решение этой новой конференции могли бы приблизить решения по комплексному и рациональному использованию недропользования в золотопромышленности к оптимальному уровню.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ОБЗОР ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РАЦИОНАЛЬНОЕ И БЕЗОПАСНОЕ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ»

С 30 сентября по 5 октября 2013 года в г. Сочи состоялась Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование». Организаторами конференции выступили: Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России», Некоммерческое партнерство «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», НОЧУ «ЦДО «Горное образование».



**Выступление Зимича В.С.,
президента Союза маркшейдеров России**

В работе конференции приняли участие более 100 человек, включая руководителей и ведущих специалистов маркшейдерских и геологических служб горно- и нефтегазодобывающих организаций: ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Газпром нефть», ООО «Газпром ПХГ», ОАО «РИТЭК», ОАО «СУЭК-Кузбасс», ОАО «СУЭК-Красноярск», ЗАО «Разрез Назаровский», ОАО «Приморскуголь», ОАО «Ургалуголь», ОАО «Стойленский ГОК», ОАО «Учалинский ГОК», ООО «Самотлорнефтегаз», ОАО «ТНК-Нягань», ООО «Газпром добыча Надым», ОАО «Ямал СПГ», ООО «Газпром добыча Ямбург», ОАО «НК «Роснефть-Дагнефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», ЗАО «Ванкорнефть», ООО «Газпром добыча Астрахань», ЗАО «РОСПАН ИНТЕРНЕШНЛ», ООО «ТНК-Уват», Тимано-Печорский филиал ОАО «ТОТАЛЬ Разведка Разработка Россия», ОАО «НАК «АКИ-ОТЫР» и др., а также специалисты федеральных органов исполнительной власти – Ростехнадзора, Минприроды России, Роснедр, слушатели курсов повышения квалификации и представители научных, общественных, экспертных организаций, ведущих специализированных маркшейдерско-геодезических компаний.



Выступление Черемисина Б.В., заместителя руководителя Управления по недропользованию по Краснодарскому краю Роснедр



Выступление Осиповой М.И., государственного инспектора Межрегионального отдела по горному надзору Северо-Уральского Управления Ростехнадзора

В ходе заседаний было заслушаны доклады на такие актуальные темы как: «Совершенствование государственной политики в области недропользования»; «Требования к персоналу маркшейдерских служб»; «Совершенствование правовых основ обеспечения безопасности горных работ»; «Ликвидация экологически потенциально опасных скважин на нефть и газ в Краснодарском крае»; «О перспективах развития законотворчества по недропользованию»; «Создание геодинамического полигона на Западно-Мессояхском и Восточно-Мессояхском ГНКМ»; «Современные компьютерные автоматизированные технологии в горном деле на примере программного комплекса CREDO»; «Об информационно-обучающем комплексе «Горное дело» и др.



Выступление Ходоровича К.К., начальника отдела мониторинга и охраны недр Минприроды России

В рамках конференции были проведены круглые столы на темы: «О реализации требований Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и «О поправках в Закон Российской Федерации «О недрах» в части вопросов планирования горных работ и оформления горных отводов»; «О проектах постановлений Правительства Российской Федерации об утверждении Порядка оформления документов удостоверяющих уточненные границы горного отвода в отношении участков недр, за исключением участков недр местного значения, и Порядка подготовки и согласования планов развития горных работ по видам полезных ископаемых».

Кроме того в рамках круглых столов были обсу-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ждены конкретные проблемы правоприменительной практики с представителями федеральных органов исполнительной власти, состоялся обмен опытом по внедрению передовых технологий в производство геолого-маркшейдерских и горных работ.



**Выступление Баркова Р.Р., генерального директора
ООО «Центр инженерных геотехнологий»**

На конференции были вручены почетные грамоты и благодарности за большой вклад в маркшейдерское дело, обеспечение безопасного, рационального недропользования и охраны недр от Ростехнадзора, Минэнерго России, Союза маркшейдеров России и НП «СРГП «Горное дело», а также благодарности и ценные подарки от Союза маркшейдеров России за активное участие в формировании фонда Музея маркшейдерского дела.



**Вручение Почетной грамоты Минприроды России
Кузнецову В.А.**



**Вручение благодарности Минэнерго России
Сагимбаеву Е.К.**



**Вручение Почетной грамоты Ростехнадзора
Петрову П.П.**



Вручение ценных подарков



Участники конференции

В рамках конференции была проведена техническая экскурсия «Сочи Олимпийский». По результатам работы участниками конференции было принято решение.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ



Утверждаю:
Президент
Союза маркшейдеров России
В.С. Зимич
[Handwritten signature]
« 04 » октября 2013 г.

РЕШЕНИЕ

Всероссийской научно-практической конференции «Рациональное и безопасное недропользование»

04.10.2013

г.Сочи

1. Одобрить проводимую Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» и Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» работу по обеспечению рационального и безопасного недропользования и повышению качества геолого-маркшейдерских работ, а также подготовленные ими проекты постановлений Правительства Российской Федерации об утверждении Порядка оформления документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода в отношении участков недр, за исключением участков недр местного значения, и Порядка подготовки и согласования планов развития горных работ по видам полезных ископаемых.

2. Рекомендовать руководству горно- и нефтегазодобывающих организаций:

предусмотреть в планах работ на 2014 г. участие в мероприятиях по реализации Межотраслевой научно-технической программы «Рациональное и безопасное недропользование», включая развитие геоинформационных технологий, разработку корпоративных нормативно-методических документов по использованию прогрессивных технологий.

3. Рекомендовать руководителям геологических, маркшейдерских и иных инженерных служб горно- и нефтегазодобывающих организаций обеспечить:

организационно-техническую поддержку деятельности кафедр геологии, маркшейдерского дела и промышленной безопасности, иных инженерных кафедр горных вузов, включая их оснащение новейшими приборами и оборудованием, технической литературой, организацию производственных практик студентов, привлечение к выполнению хоздоговорных работ;

подготовку предложений по доработке проектов постановлений Правительства Российской Федерации об утверждении Порядка оформления документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода в отношении участков недр, за исключением участков недр местного значения и Порядка подготовки и согласования планов развития горных работ по видам полезных ископаемых;

подпись предприятиям-недропользователей на профессиональные издания - «Маркшейдерский вестник», «Маркшейдерия и недропользование», «Разведка и охрана недр», «Безопасность труда в промышленности» - для обсуждения актуальных проблем в сфере горного производства, доведения до специалистов сведений о новых технологиях, приборах и инструментах;

моральное поощрение специалистов к дням геолога, маркшейдера, шахтера и нефтяников, внесших значитель-

ный вклад в обеспечение рационального и безопасного недропользования, общественными и ведомственными наградами, используя возможности Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России», Российского геологического общества и НП «СРГП «Горное дело»;

обмен опытом, повышение квалификации, переподготовку специалистов геологических, маркшейдерских служб, служб промышленной безопасности, иных инженерных служб;

принять меры к пополнению фонда Музея истории маркшейдерского дела приборами, инструментами, технической литературой, образцами документации, связанными с историей становления маркшейдерского дела.

4. Поддержать решение Консультативного совета по рациональному и безопасному недропользованию в ТЭК при председателе Комитета Государственной Думы Российской Федерации по энергетике по вопросам внесения:

дополнений в проект федерального закона «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах», подготовленный Ростехнадзором в части включения в него схем развития горных работ;

предложений по отмене приказа Минобрнауки России от 14.05.2012 №398 о присоединении Московского государственного горного университета к Национальному исследовательскому технологическому университету «Московский институт стали и сплавов» (МИСиС) в качестве структурного подразделения с целью сохранения Московского государственного горного университета как крупнейшего центра горной науки и образования.

5. В целях перевода горноотводной документации в несекретный формат рекомендовать Ростехнадзору подготовить предложения по замене в тексте проекта федерального закона №262942-6 «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «О недрах» слова «топографический план» на слова «маркшейдерский план».

6. Поручить Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» и НП «СРГП «Горное дело»:

довести настоящее решение до сведения министерств и ведомств природно-ресурсного блока, горно- и нефтегазодобывающих организаций.

В.В.Грицков
Исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 624.131

С.П.Бахаева, Д.В.Гурьев, Т.В.Михайлова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДАМБ

Установлены региональные физико-механические свойства глинистых грунтов дамб Кузбасса на основе обобщения и обработки методами математической статистики материалов инженерно-геологических изысканий, произведена оценка влияния варьирования свойств на устойчивость дамб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физико-механические свойства глинистых грунтов; СП 11-105-97; множественная корреляция; устойчивость дамб.



С.П.Бахаева



Д.В.Гурьев



Т.В.Михайлова

Обеспечение безопасности жизни, окружающей среды и имущества является основным требованием эксплуатации дамб накопителей жидких отходов горнорудных предприятий при ведении работ по добыче и обогащению полезных ископаемых.

Одним из основных условий надежности грунтовых дамб является обеспечение устойчивости ее низового и верхового откосов. В свою очередь устойчивость дамб определяется физико-механическими свойствами грунтов. В подавляющем большинстве случаев для расчета устойчивости проектируемой дамбы используются физико-механические свойства грунтов, приведенные в СП 11-105-97 [1], которые, как справедливо отмечается на страницах научно-производственного журнала "Инженерные изыскания" [2], обобщались в "докомпьютерную эру" для всей бывшей территории Советского Союза.

В конце восьмидесятых – девяностых годов прошлого столетия в силу различных причин инженерные изыскания либо вообще не проводились, либо проводились в усеченных вариантах. Поэтому на ряде горнорудных предприятий дамбы строились из местных грунтов без исследования их физико-механических свойств, а иногда без проектов, что привело к возникновению целого ряда аварий, связанных с нарушением их устойчивости и фильтрационной прочности.

Возрождение на промышленных предприятиях Кузбасса экспериментальных исследований грунтовых дамб полевыми и лабораторными методами, позволило накопить определенный объем информации по инженерно-геологическим изысканиям и создало предпосылки формирования регионального банка свойств грунтов.

Из всей совокупности материалов инженерно-геологических изысканий, проводимых в последние 10 лет на дамбах Кузбасса, выделена группа глинистых (супесь, суглинок, глина) грунтов. Выборочная совокупность представлена в виде матрицы экспери-

мента следующего вида (табл.1): по горизонтали указано буквенное обозначение исследуемого показателя (С – сцепление, МПа; φ – угол внутреннего трения, град.; γ – плотность, т/м³); по вертикали – номер опыта, представленный в виде кода, состоящего из двух цифр: первая – условный номер скважины, вторая – номер пробы по глубине скважины.

Таблица 1

Матрица физико-механических свойств глинистых грунтов дамб (по горнорудным предприятиям Кузбасса)

Влажные грунты				Сухие грунты			
№ пробы	φ, град	C, МПа	γ, т/м ³	№ пробы	φ, град	C, МПа	γ, т/м ³
1-1	17	0,023	1,96	1-1	17	0,026	2,00
1-2	11	0,005	1,88	1-2	19	0,024	1,97
1-3	24	0,080	2,09	1-3	16	0,024	1,99
...							
10-53	26	0,028	1,96	10-53	17	0,085	2,03
10-54	18	0,052	2,00	10-54	9	0,08	1,99
				12-63	14	0,09	1,97
				12-64	21	0,07	2

Для проверки гипотезы о нормальном распределении физико-механических свойств грунтов общая выборка (118 проб) разделена на две группы: грунты, расположенные выше (условно названы сухие, 64 пробы) и ниже (влажные, 54 пробы) депрессионной кривой.

Обработка массива данных выполнена известными методами математической статистики.

Подтверждение гипотезы о нормальном распределении, оцениваемом критерием χ^2 Пирсона, получили выборки (табл. 2) по углу внутреннего трения φ (сухой: $\chi^2=10,79$, $\chi_{kp}^2=18,31$; влажный: $\chi^2=5,83$, $\chi_{kp}^2=11,07$); и плотности γ грунтов (сухой: $\chi^2=17,17$, $\chi_{kp}^2=23,68$; влажный: $\chi^2=13,25$, $\chi_{kp}^2=21,03$).

Выборка по сцеплению грунтов не подчиняется нормальному распределению (рис. 1), что указывает на высокую степень зависимости этого показателя от внешних факторов (уплотнение, влажность, гранулометрический состав грунта, наличие посторонних включений и т.д.). Из анализа гистограммы выделены наиболее вероятные значения сцепления грунта: влажного – 0,021 МПа, сухого – 0,023 МПа.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 2

Значения фактических (n) и теоретических (n_t) частот распределения физико-механических свойств грунтов (в числителе – влажных, в знаменателе – сухих)

ϕ , град.			С, КПа			γ , $\text{т}/\text{м}^3$		
середина интервала	n	n_t	середина интервала	n	n_t	середина интервала	n	n_t
11/7	3/1	2/0	4/14	1/7	7/6	1,85/1,81	1/1	3/0
13/9	2/2	4/1	12/23	5/8	4/5	1,87/1,83	3/0	2/0
15/11	5/0	7/2	20/31	16/7	5/6	1,89/1,85	4/0	3/1
17/13	15/2	11/4	28/39	9/3	6/7	1,91/1,87	3/2	4/1
19/15	11/4	12/8	36/47	1/11	6/9	1,93/1,89	7/1	4/2
21/17	10/14	10/11	44/55	4/4	6/8	1,95/1,91	6/3	5/4
23/19	4/16	5/13	52/63	4/7	6/7	1,97/1,93	6/5	6/5
25/21	4/14	2/11	60/71	2/4	5/6	1,99/1,95	5/6	6/7
-/23	-/7	-/8	68/79	4/2	4/4	2,01/1,97	2/6	5/8
-/25	-/2	-/4	76/87	2/5	3/3	2,03/1,99	4/14	5/9
-/27	-/1	-/2	84/95	1/1	2/2	2,05/2,01	3/8	4/8
-/29	-/0	-/1	92/103	2/4	1/1	2,07/2,03	2/9	3/7
-/31	-/1	-/0	100/111	1/0	1/1	2,09/2,05	3/4	2/5
			108/-	1/-	0/-	2,11/2,07	3/0	2/3
			116/-	1/-	0/-	2,13/2,09	3/2	1/2
						-/2,11	-/2	-/1
						-/2,13	-/1	-/1

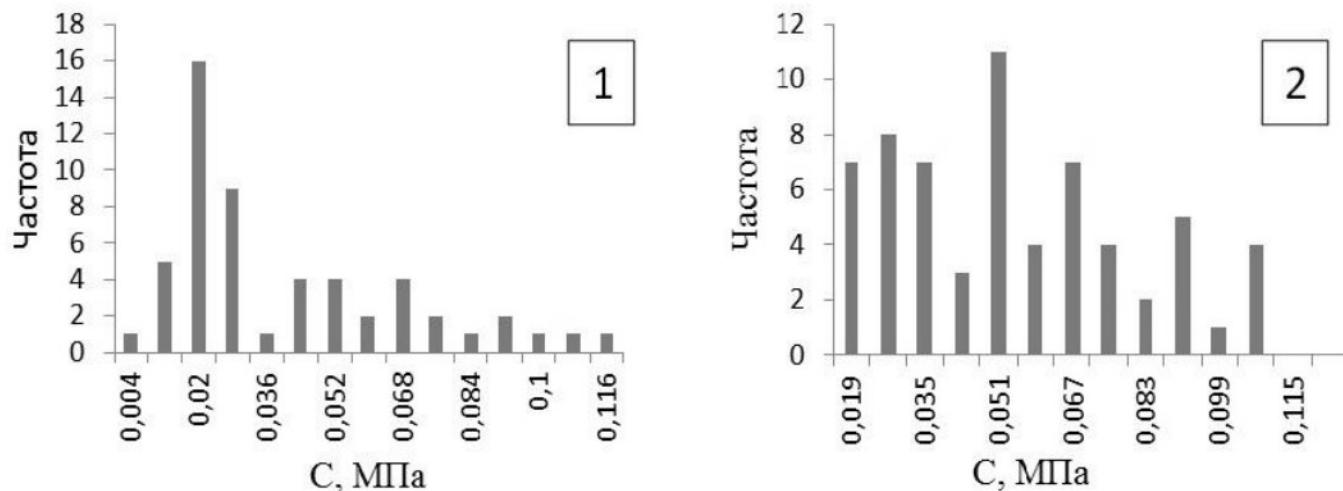


Рис.1. Гистограмма сцепления грунта:

1 – влажного, 2 – сухого

Проверка на однородность значений свойств (табл.3) с общей выборкой показала, что свойства сухого и влажного грунтов отдельных дамб однородны с общей выборкой.

значения t -критерия по свойствам грунтов отдельных дамб объясняется неоднородностью их гранулометрического состава за счет наличия включений песчано-щебенистых грунтов в отдельных пробах.

Проведенные экспериментальные исследования и математическая обработка результатов позволили сформировать региональную таблицу физико-механических свойств глинистых грунтов (табл.4), которые целесообразно использовать при разработке проектной документации по строительству дамб на копилей жидких отходов горнорудных предприятий Кузбасса. В таблице приведены теоретические (согласно правилу трех сигм) интервалы изменения значений физико-механических свойств грунтов, их среднее значение и стандарт; в последней колонке указаны свойства по СП 11-105-97 [1].

Таблица 3
Проверка однородности выборки

Параметр	Формула
Относительное отклонение y_i	$y_i = \frac{X_i - X_{общ}}{\sigma_{x_{общ}}}$
Фактический критерий t_ϕ	$t_\phi = \frac{y_i \times \sqrt{m_i \times (n-2)}}{\sqrt{n-m_i-m_i \times y_i}}$
Степень свободы	$r=n-2$

В среднем фактический t -критерий равен 1,0 при критическом значении 2,0. Превышение критического

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 4
Физико-механические свойства глинистых
грунтов дамб Кузбасса

Показатель	Интервал	Среднее	Стандарт	по СП 11-105-97
Влажный грунт				
φ, град.	8,3-28,7	18,5	3,4	-
C, МПа	0,008-0,120	0,021 ¹	-	-
γ, т/м ³	1,74-2,22	1,98	0,08	-
Сухой грунт				
φ, град.	7,0-31,0	19,0	4,0	15-20
C, МПа	0,019-0,115	0,023 ¹	-	0,02-0,04
γ, т/м ³	1,81-2,17	1,99	0,06	1,4-1,7

Основным показателем надежности грунтовой дамбы является коэффициент запаса устойчивости k_f , зависящий от ряда аргументов (физико-механические свойства грунтов, геометрические параметры дамбы, положение депрессионной кривой) [3]:

$$k_f = \frac{\sum_{i=1}^n \{[I(S)_i \cdot \gamma_i \cdot \cos \alpha_i] - (\gamma^B \cdot h_i^B \cdot l_i^B)\} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i + C_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \gamma_i \cdot \sin \alpha_i}, \quad (1)$$

где S_i – площадь элементарного блока, м²; γ_i – средневзвешенное по площади значение плотности грунтов в блоке, т/м³; α_i – угол наклона касательной к поверхности скольжения в середине блока к горизонту (угол между вектором веса P_i и радиусом R поверхности скольжения), град.; γ^B – плотность воды, т/м³; h_i^B – высота обводненной части в блоке (вертикальное расстояние от поверхности скольжения до уровня

поверхности депрессии), м; l_i^B – протяженность обводненной части в блоке по поверхности скольжения, м; φ_i – средневзвешенное по длине поверхности скольжения значение угла внутреннего трения грунтов в пределах блока, град.; C_i – средневзвешенное по длине поверхности скольжения сцепление грунтов в блоке, МПа; l_i – длина поверхности скольжения в пределах элементарного блока, м.

Исследование влияния физико-механических свойств грунтов на изменение коэффициента запаса устойчивости проведено на графической модели однородной грунтовой дамбы (высота $H=15$ м, ширина по гребню 4,5 м, заложение откосов 1:2, ширина призмы возможного обрушения $(0,2-0,4)H$), при неизменных значениях ее геометрических параметров и положения депрессионной кривой (рис.2). Отметка уровня воды со стороны верхового откоса принята равной нормальному подпорному уровню НПУ, т.е. на 1 м ниже отметки гребня, положение кривой депрессии построено по гидрогеологическим наблюдениям и известным аналитическим зависимостям [3].

Решая уравнение (1) относительно коэффициента запаса устойчивости k_f при средних значениях физико-механических свойств глинистых грунтов дамб Кузбасса, изменили поочередно один из аргументов: сцепление C , угол внутреннего трения φ или плотность γ грунта в интервале полученных экспериментальным путем значений (табл.4), получили графики линейной связи коэффициента запаса устойчивости k_f от физико-механических свойств (рис.3) с коэффициентами парной корреляции $r=0,984-1,0$.

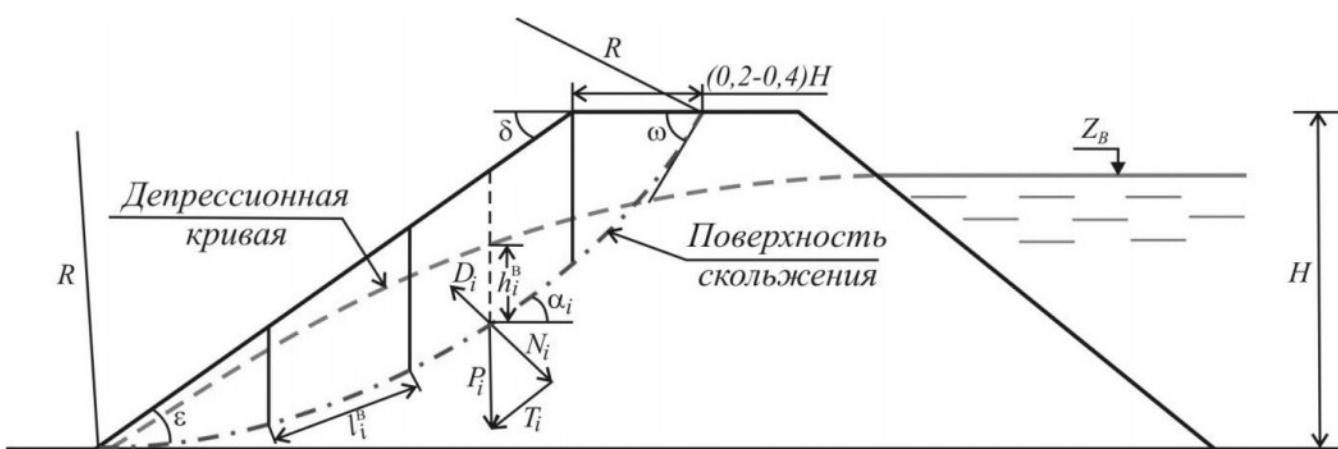


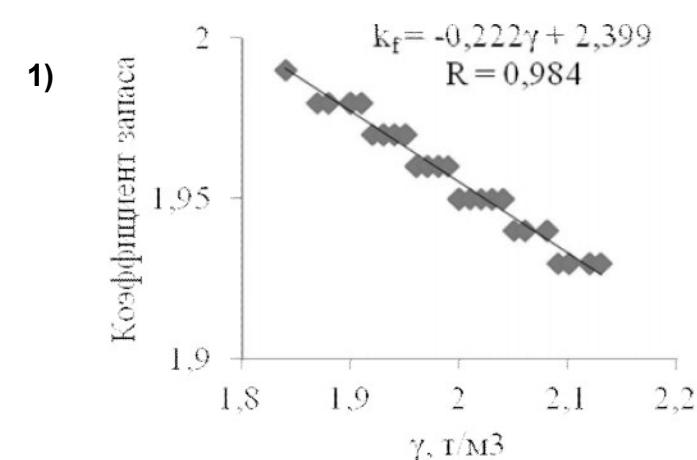
Рис.2. Схема к оценке устойчивости низового откоса дамбы методом алгебраического сложения сил

Множественная корреляция коэффициента запаса устойчивости от физико-механических свойств выражается уравнением вида (2) с коэффициентом детерминации $R=0,78$.

$$k_f(C, \varphi, \gamma) = 0,0673_8 C + 0,0919_7 \varphi + 2,299_3 \gamma - 4,57 \pm 0,30. \quad (2)$$

Среднеквадратическое отклонение прогнозного значения коэффициента запаса устойчивости от расчетного составило 0,15.

Сравнительно низкое значение коэффициента множественной корреляции обусловлено влиянием на коэффициент запаса устойчивости ряда других, не рассматриваемых здесь факторов: геометрические параметры дамбы, уровень депрессионной кривой.



ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

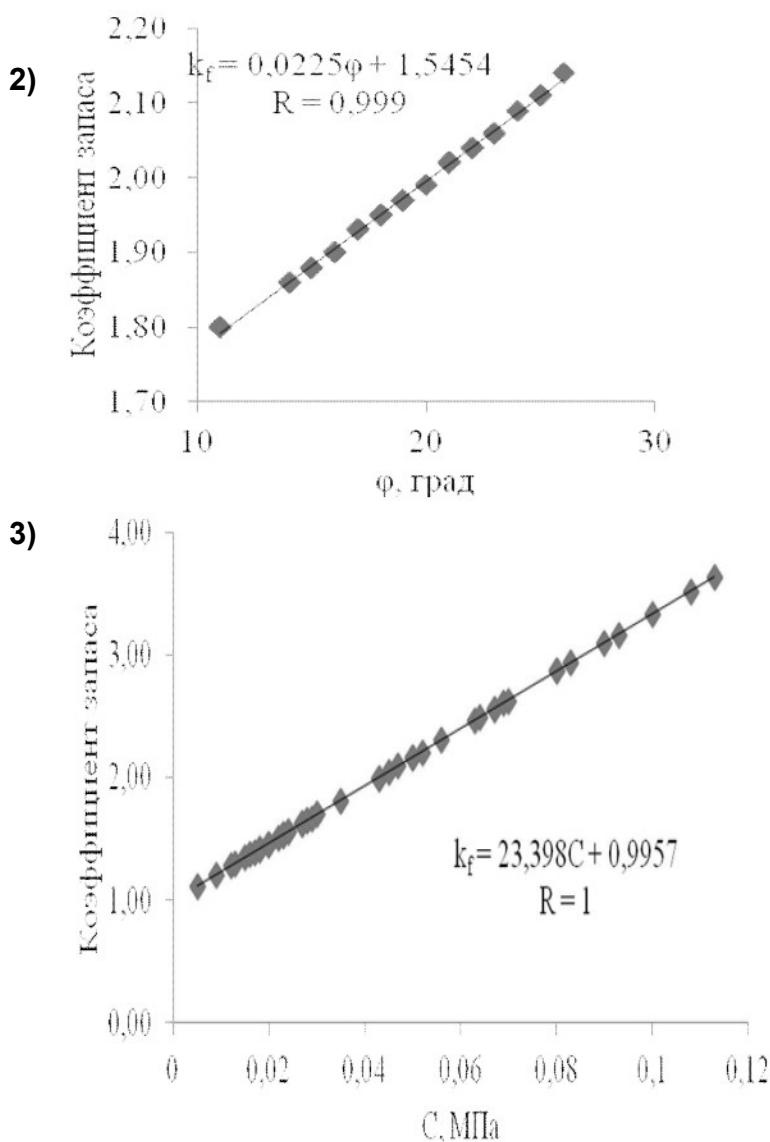


Рис.3. Зависимость коэффициента запаса устойчивости дамб от физико-механических свойств грунтов:

1 – плотность; 2 – угол внутреннего трения;
3 – сцепление

¹ Для сцепления приведено наиболее вероятное значение.

Выводы и рекомендации:

1. Между коэффициентом запаса устойчивости низового откоса дамбы k_f и физико-механическими свойствами грунтов существует множественная корреляционная связь, надежность которой характеризуется коэффициентом детерминации $R=0,78$.

2. При оценке устойчивости проектируемых дамб накопителей жидких отходов горнопромышленных предприятий Кузбасса (в случае отсутствия инженерных изысканий) целесообразно использовать региональные значения физико-механических свойств грунтов: средние значения по плотности – 1,98 т/м³ и углу внутреннего трения – 18°, наиболее вероятное значение по сцеплению – 0,022 МПа.

3. Изменение расчетного коэффициента запаса устойчивости при варьировании сцепления грунтов от минимального до максимального значений достигает 70%, в этой связи для обеспечения надежности грунтовых дамб следует периодически проводить инженерно-геологический мониторинг грунтов, а параметры дамбы назначать с таким расчетом, чтобы устойчивость сооружения обеспечивалась даже при минимальных значениях физико-механических свойств грунтов.

Литература

1. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов / Госстрой России. – М.:ПНИИС Госстроя России, 2000. – 74 с.
2. Черняк Э.Р. Будущее – за региональными таблицами нормативных и расчетных показателей физико-механических свойств / Э.Р. Черняк // Инженерные изыскания. – 2011. – №9. – С. 4-8.
3. Гидротехнические сооружения / Г.В. Железняков, Ю.А. Ибад-заде, П.Л.Иванов и др. Под общ.ред. В.П.Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. – 543 с., ил. – (Справочник проектировщика).

Светлана Петровна Бахаева, д.т.н., проф. каф. МДКиГ КузГТУ, тел.: (3842) 39-63-85);
Дмитрий Витальевич Гурьев, студент 5 курса специальности «Маркшейдерское дело», КузГТУ, тел. 89516193265, E-mail: perun1689@yandex.ru;
Татьяна Викторовна Михайлова, зав. сектором мониторинга безопасности ГТС Новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР», тел. (3842) 72-33-56, E-mail: mtv@kuzbass-niogr.ru

Уважаемые коллеги!

ООО «Союз маркшейдеров России», НП «СРГП «Горное дело», Российское геологическое общество (РосГео) при участии Ростехнадзора приглашают Вас принять участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья», г. Тюмень, которая пройдет с 24.02.2014 по 28.02.2014. Ориентировочная стоимость оргвзноса 35400 руб.

С тематикой конференции, контрольными сроками и требованиям к оформлению заявок и текстов докладов можно ознакомиться на сайте www.mwork.su, www.gorobr.ru или по тел. (495) 641-00-45.

Редакция «МВ»

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 622.063

И.В.Деревяшкин, В.Г.Мерзляков

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НА КАРЬЕРЕ ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»

Приводится характеристика транспортной сети крупнейшего железорудного предприятия России и основные положения проекта полной реконструкции путевой схемы доставки горной массы из карьера. В основу реконструкции заложена циклично-поточная технология транспортировки горной массы с размещением дробильно-конвейерных комплексов непосредственно на борту карьера. Переход на транспортную схему ЦПТ «автомобиль-конвейер» позволит увеличить мощность карьера, сократить длину и высоту транспортировки руды, сократить парк оборудования, оптимизировать движения грузового потока на железнодорожном транспорте.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: путевая схема транспортной доставки руды; поточно-циклическая схема «автомобиль-конвейер»; доставка горной массы; дробильно-конвейерный комплекс на борту карьера.

ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» - крупнейшее железорудное предприятие РФ. Очевидна тенденция ежегодного роста производства щебня и разрабатываемой горной массы, которая полностью вывозится из карьера. Скальная вскрыша отрабатывается в объеме порядка 13 млн.м³ в год, а объем руды порядка 16 млн.м³.

Транспортная сеть обеспечивает перевозки неокисленных кварцитов до корпусов крупного дробления №1 и №2, а скальной и рыхлой вскрыши - из забоев на склады сырья для переработки или в отвалы. Действуют две выездные траншеи. В верхнем устье

выездной траншеи I располагается станция Узловая, разделяющая грузопотоки по направлениям: неокисленные кварциты - до корпусов крупного дробления, а скальная вскрыша - в отвал №1. Выездная траншея II служит для перевозок неокисленных кварцитов и рыхлой вскрыши из карьера в отвал №2.

В настоящее время постоянные участки пути имеют общую протяженность 207,6 км, развернутая длина пути (с учетом стрелочных переводов) - 253,4 км. Длина передвижных путей в карьере составляет 143,3 км. Длина технологических автомобильных дорог составляет 30 км.



Рис.1. Карьер ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат»

Анализ существующей пропускной способности перегонов и станций показывает, что часть элементов путевой схемы работают с полной (предельной) нагрузкой. Дальнейшее увеличение объемов перевозок по этим перегонам потребует полной реконструкции путевой схемы.

Согласно технологическому проекту на разработку Лебединского, Стойло-Лебединского месторождения, этапами развития железнодорожной транспортной схемы является строительство станций на

горизонтах -30, -45 и -75 м. После строительства этих станций появляется возможность выхода железнодорожного пути на горизонт -120 м. Такое развитие транспортной схемы вызовет увеличение протяженности железнодорожных путей от 34 до 45,5 км, усложнение схемы движения и увеличение холостых пробегов составов.

Предусмотренное действующим проектом понижение зоны действия железнодорожного транспорта (станция -75 м) предполагает расположение пере-

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

грузочных площадок на юго-юго-востоке, что будет сдерживать темпы развития горных работ и может привести к снижению активных фронтов ведения горных работ в направлении залежей Южно-Лебединской на юге, Стойло-Лебединской на юго-востоке, оставляя единственным активным полем центральную залежь.

Кроме того, необходимо учесть выбытие отвала рыхлой вскрыши №2. В связи с этим не позднее 2017 г. должна произойти переориентация грузопотока с северного направления (станции Отвальная на выездные траншеи I и II) на южное в сторону перспективного отвала «Березовый Лог». В дальнейшем это приведет к значительному, до 7 млн.м³, увеличению грузопотока по станции Узловая, которая в настоящее время работает на максимуме своей пропускной способности.

В таких условиях существующая транспортная схема не в состоянии обеспечить не только развитие, но и достигнутую сегодня производственную мощность карьера.

Существующее состояние горно-транспортного комплекса, при сохранении действующего коэффициента вскрыши, приведет к снижению производительности карьера в ближайшие годы не менее чем на 10%, а в дальнейшем и к более значительному снижению добычи. Решением проблем карьерного транспорта является строительство циклично-поточной технологии.

Добыча железной руды в России с применением конвейерного транспорта осуществлялась на трех ГОКах: Оленегорском, Стойленском и Ковдорском. Максимальные объемы перевозок горной массы были достигнуты в 1990 г. (39,2 млн.т). В 1994 г. объемы перевозок снизились на 30,1% – до 27,4 млн.т, при этом их доля в общих объемах несколько возросла. Существенный рост объемов произошел к 1999 г. За это время объемы перевозок горной массы с использованием конвейерного транспорта выросли на 8,3 млн.т и удельный вес в целом по железорудным карьерам России возрос до 8,2% по горной массе и до 17,7% по руде [1].

Техническая суть решения для карьера ЛГОКа состоит в том, что наряду с реконструкцией и перестройкой путевой схемы существующего железнодорожного транспорта осуществляется строительство дробильно-конвейерного комплекса непосредственно на борту карьера.

Опыт применения ЦПТ показал, что своевременное внедрение ее на глубоких карьерах позволяет сократить затраты на транспортирование горной массы на 15-20%, повысить производительность труда, снизить объем горно-капитальных работ и количество вредных выбросов в атмосферу [2].

В ходе работ по оценке перспективы применения циклично-поточной технологии в карьере ОАО «Лебединский ГОК» рассмотрено семь возможных вариантов расположения конвейеров в контурах карьера. Оптимальным принято размещение дробильно-перегрузочных пунктов на северном борту

карьера. Для реализации этого технологического решения должны быть выполнены следующие условия: интенсивное развитие горных работ в направлении залежей Южно-Лебединской на юге и Стойло-Лебединской на юго-востоке за счет уменьшения количества перегрузочных площадок; железнодорожная транспортная схема ограничивается расположением станции на горизонте - 45 м; непосредственная погрузка пород в забое должна быть переориентирована, в основном, на извлечение вскрышных пород; снижение расстояний и глубины горизонтов, с которых осуществляется транспортирования кварцитов автосамосвалами; обеспечение увеличения производительности основного технологического оборудования.

В результате перехода на циклично-поточную технологию количество перегрузочных площадок, которые будут служить для вывоза скальной массы с нижних горизонтов, должно сократиться с 11 до 3. Это приведёт к снижению численности используемого оборудования в выемочно-транспортном комплексе. В результате существующее количество экскаваторов с 55 единиц снизится до 44, тяжелых бульдозеров типа Т-500 – с 21 единицы до 15. Сокращение точек погрузки на железнодорожный транспорт даст возможность снизить парк тяговых агрегатов с 51 единицы существующего количества до 31 единицы.

Комплекс крупного дробления ЦПТ, включающий щековую дробилку и ленточный питатель, предусматривается расположить в карьере на отметках от -90 до -105 м.

Далее с помощью трех ставов канатно-ленточного конвейера компании Metso Minerals (протяженность 1395 м) с производительностью 4000 т/ч каждый дробленая руда транспортируется до горизонта - 40 м.

В связи с пересечением большого количества коммуникаций трассой заложения конвейера с горизонта -40 м на горизонт +93 м предложено рассмотреть применение двух линий подвесного конвейера системы «РоупКон» компании Doppelmayr протяженностью 600 м и с производительностью 6250 т/час каждая. На верхних отметках предусматривается погрузка горной массы на три линии канатно-ленточного конвейера компании Metso Minerals протяженностью 6000 м. Конструктивно каждая линия Metso Minerals выполняется одним ставом без промежуточных перегрузок. Вариант ориентирован на перспективу отработки месторождения до отметки -500 м с возможностью наращивания производственной мощности по добыче руды до 80 млн. т в год.

Перечисленные преимущества транспортной схемы «автомобиль-конвейер» и результаты предварительных укрупненных расчетов развития карьера дают основание считать применение конвейерного транспорта экономически обоснованным.

Все вышесказанное убедительно доказывает необходимость и экономическую целесообразность перехода на ЦПТ, однако, на наш взгляд, не все возможности данного технического перевооружения

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

реализованы.

В процессе проведения оценки перспективы перехода на ЦПТ не реализована возможность оптимизации параметров применяемой технологии. Ее принцип заключается в том, что приняв в качестве основного критерия оптимизации средневзвешенный размер (диаметр) куска взорванной горной массы, возможно выразить в зависимости от его величины суммарные удельные капитальные и эксплуатационные затраты по всем основным процессам и определить значение параметров технологии, обеспечивающих минимум суммарных затрат.

На горно-обогатительных комбинатах (ГОКах), ведущих добычу скальной руды открытым способом, последовательное ее разрушение происходит главным образом в ходе трех процессов: буровзрывной подготовки к выемке, механического дробления и измельчения. На долю этих процессов приходится около 70% энергозатрат с распределением по упомянутым трем процессам в следующей пропорции: 3, 7, 60%. В себестоимости железорудного концентрата процессы разрушения руды составляют 58-60%, в том числе бурение-взрывание – 5,5-6%, дробление – 3,9-4,2, измельчение – 48-50%. Из вышеизложенного следует, что наиболее энергоемким и затратным при добыче и переработке скальных руд является процесс измельчения руды в мельницах; с гораздо меньшим расходом энергии и средств проходит внутрикарьерное разрушение горных пород. Отсюда вытекает важный вывод: для снижения общей энергоемкости и стоимости разрушения скальной руды более выгодно обеспечить лучшую ее фрагментацию на ранних стадиях рудоподготовки, в особенности при буровзрывных работах (БВР). Акцент на внутрикарьерное (взрывное) разрушение горной массы делает еще более актуальным поиск энергосберегающих методов БВР.

Снижение кусковатости горной массы после взрывного разрушения массива имеет и ряд дополнительных достоинств: повышается производительность выемочно-погружного оборудования в целом, расширяется область применения высокотехнологичных гидравлических экскаваторов и колесных погрузчиков, с большей эффективностью используются все элементы циклично-поточной технологии (ЦПТ), в частности конвейерный транспорт.

В процессе обоснования перехода карьера на ЦПТ, судя по имеющимся данным в открытой печати, наиважнейший вопрос при оптимизации кусковатости руды по основным процессам открытой добычи с учетом последующего дробления и измельчения перед обогащением на ЛГОКе даже не исследовался. Един-

ственная информация о характеристиках: крупность исходных кварцитов (перед первичном дроблением в карьере) – не более 1200 мм. При этом массовая доля в дробленом продукте: класса +100 мм не менее 40%, класса +250 мм не менее 20%, а максимальный размер транспортируемых кусков 350 мм. При этом ширина конвейерной ленты 1600 мм. Опыт карьера «Мурунтау» [3] несколько иначе формирует требования к грансоставу транспортируемой горной массы: фракционный состав руды из карьера 0-300 мм - 60%, 300-1200 мм - 38,5%, более 1200 мм - 1,5%; для комплекса КНК-270 (после дробления) размер куска не более 300 мм. Техническая производительность крутоаклонного конвейера КНК-270 3500 т/ч ($2000 \text{ м}^3/\text{ч}$), ширина ленты 2 м. Карьер «Мурунтау» при ширине конвейерной ленты 2 м требует размер куска не более 300 мм, ЛГОК – лента 1,6 м, а кусок 350 мм?

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод. Переход на транспортную схему ЦПТ «автомобиль-конвейер» для доставки кварцитов с нижних горизонтов определяет необходимость прежде всего оптимизировать кусковатость руды по основным процессам открытой добычи с учетом последующего дробления и измельчения перед обогащением. В таком случае экономически обоснованная реконструкция даст возможность:

- вести разработку месторождения при существующей мощности карьера с последующим значительным понижением фронта ведения горных работ;
- увеличить мощность карьера;
- в рассматриваемый период работать без значительного увеличения длины транспортировки и высоты подъема руды автосамосвалами;
- сократить парк оборудования с большим сроком эксплуатации;
- оптимизировать движение грузового потока на железнодорожном транспорте.

Литература

1. Бахтурин, Ю. А. Современное состояние карьерного транспорта // Каталог-справочник «Горная Техника – 2005. «Издательский Дом «Славутич» (Санкт-Петербург).
2. Паладеева Н.И., Табарин А.Д. Перспективы развития ЦПТ для горно-рудных проектов. №7. Горное оборудование и электромеханика. №7 ООО "ОМЗ - Горное оборудование и технологии".
3. Санакулов К.С., Шеметов П.А. Развитие циклично-поточной технологии на основе крутоаклонных конвейеров в глубоких карьерах. Горный журнал, №8, 2011, С.34-37.

Игорь Владимирович Деревяшкин, д.т.н., проф. зав.кафедрой горного дела, E-mail: robotron-04@mail.ru;
 Виктор Георгиевич Мерзляков, д.т.н., проф., зав.кафедрой горных машин
 (Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ))

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

УДК 622.1(083.96)

Г.П.Жуков, В.Б.Лебедев, М.С.Кон

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Отмечено, что нормы отклонения проводников при монтаже жесткой армировки вертикальных шахтных стволов не пересматривались более 40 лет, а фактических значений отклонений проводников в эксплуатируемых и деформируемых ствалах, значительно превышающих нормы на монтажные отклонения, не существует. Дано обоснование необходимости и возможности разработки норм отклонений проводников в эксплуатируемых и деформируемых ствалах. Приведены наименования НИР, которые, по мнению авторов, могут привести к решению этих проблем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: шахта; рудник; вертикальный ствол; армировка; отклонение проводников; допустимые нормы; предлагаемые НИР.



Г.П.Жуков



В.Б.Лебедев



М.С.Кон

Отклонения проводников, определяемые в результате профильной съемки после монтажа армировки, не пересматривались уже более 40 лет. Кроме того, фактические значения отклонений проводников в эксплуатируемых и деформируемых ствалах значительно превышают нормы на монтажные отклонения и поэтому не могут служить для оценки состояния армировки действующих стволов.

В 80-е годы прошлого столетия ВНИМИ выполнил НИР: «Исследование влияния искривленности проводников на устойчивость работы шахтного подъема». В работе установлены новые критерии оценки искривленных проводников.

В математическом анализе пространственных линий применяются следующие критерии искривленности: кривизна, радиус кривизны, центр кривизны, стрела прогиба.

По результатам маркшейдерской съемки получают профиль проводника, характерные точки которого (крепление проводника к расстрелу или консоли) находятся от заданной вертикали на расстоянии x_i в плоскости, перпендикулярной расстрелу (лоб), и y_i в плоскости, параллельной расстрелу (бок).

Разность соответствующих координат точек проводника на соседних ярусах:

$$x_i - x_{i+1} = \Delta' x_i , \quad (1)$$

$$y_i - y_{i+1} = \Delta' y_i , \quad (2)$$

характеризует отклонение пролета проводника в данном направлении. В теории дифференциалов высших порядков эта величина (Δ') называется первой разностью. Там же показано, что величина

$$\Delta''_i = \Delta'_i - \Delta'_{i+1} \quad (3)$$

называется второй разностью и может быть представлена как

$$\Delta''_i = B h^2 + \beta , \quad (4)$$

где B – вторая производная от функции, описывающей, например, профиль проводника; h – приращение аргумента (шаг армировки); β – член, имеющий высший порядок малости по сравнению с h .

При условии $R \gg h$, где R – радиус кривизны выбранного участка проводника, имеет место следующее равенство:

$$\frac{1}{B} = R \quad (5)$$

и, следовательно:

$$\Delta''_i = \frac{h^2}{R} . \quad (6)$$

Таким образом, предлагается геометрическая характеристика искривленности профиля проводника, которая легко может быть получена из маркшейдерских измерений. Вторая разность (показатель кривизны) Δ''_i – величина, характеризующая отклонение предыдущего проводника относительно последующего. Когда за соседние участки проводника приняты смежные пролеты, равные шагу армировки h , то:

$$\Delta''_i = 2\gamma_i , \quad (7)$$

где γ_i – стрела прогиба кривой, вписывающейся в два соседних пролета проводника (стрела прогиба проводника на расстреле, консоли).

Отклонения геометрических параметров проводников по координатному направлению X представлены на рисунке, на котором: 1 – отвесная линия; 2 – расстрел, консоль; 3 – проводник.

При выводе формулы зависимости динамических нагрузок в системе «сосуд-армировка» от искривления проводника приняты следующие допущения:

- возмущения сосуда, приводящие к перемещению его центра масс, вызываются искривленным проводником с пространственным периодом, равным L , минимальное значение которого принято $4h$;
- в системе отсутствуют люфты (зазоры);
- жесткость проводников велика, то есть их деформацией под действием динамических нагрузок можно пренебречь;
- отсутствуют статические нагрузки и сопротивление движению сосуда по проводникам.

В итоге получена формула горизонтальных динамических нагрузок F на армировку и сосуд от колебаний сосуда относительно центра тяжести и центральных осей:

$$F = mv^2 \frac{\Delta''_i}{h^2} , \quad (8)$$

где m – концевая нагрузка; v – скорость подъема; Δ''_i – вторая разность (показатель кривизны); h – шаг армировки.

Уместно заметить, что нагрузки будут увеличиваться (табл.1).

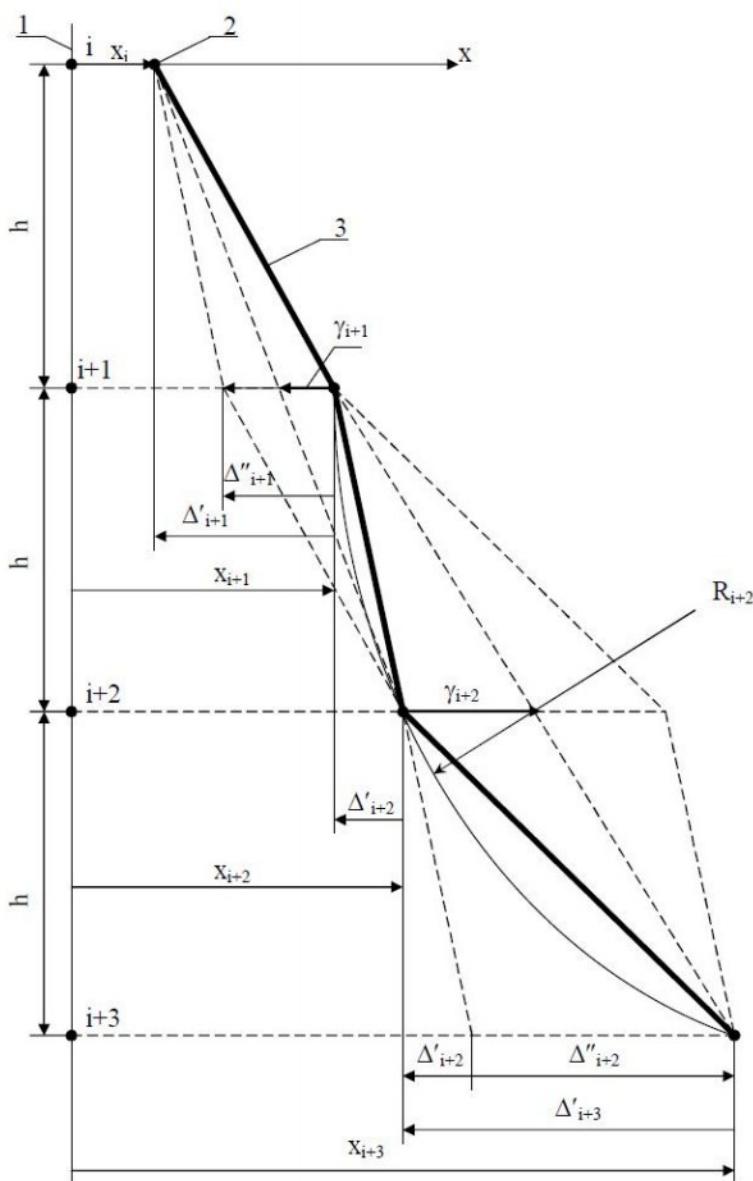
ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Таблица 1

Динамика роста параметров сквозных подъемов в мире

	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1985 г.	В перспективе
Максимальная скорость, м/с	4	7	12	15	30
Грузоподъемность сквозного подъемника, т	5	10	20	50	70
Масса сквозного подъемника, т	3,5	7,5	14	35	45
Концевой груз, т	8,5	17,5	34	85	120
Энергия движущегося сквозного подъемника с грузом, т·м ² /с ²	68	420	1250	9500	54000
Увеличение энергии по отношению к 1950 г.	1	6,3	18,5	140	790

Установлено, что профили проводников в деформированных стволах имеют сложную пространственную форму, складывающуюся из ряда простых периодически повторяющихся кривых с различными радиусами кривизны и длиной периода (волны).



Отклонения геометрических параметров проводника по координатному направлению X

Суммарные динамические нагрузки на провод-

ники в сильно деформированных стволах достигают величин, близких к предельным, в связи с этим фактическая скорость движения сосуда по стволу в 1,5 – 2 раза ниже проектной.

Статистическая обработка ряда характерных профилей проводников показала, что распределение показателя кривизны Δ''_i близко к нормальному. Среднее квадратическое значение этого показателя составило 8 мм, а подавляющее большинство значений не превышает 15 мм. Эта величина и может быть принята за предельное допустимое значение показателя Δ''_i . В сильно деформированных стволах предельное значение показателя кривизны Δ''_i принято равным 30 мм из условия незаклинивания сосуда в проводниках.

В рамках подготовки к переработке Инструкции по производству маркшейдерских работ [2] предстоит переработать и разработать вновь многие методические документы. В этой связи предлагаются две крупные работы:

1. Разработка методик маркшейдерских работ при строительстве и эксплуатации подъемных комплексов шахт и рудников.

2. Разработка аппаратуры дистанционного определения положения стволопроходческого комплекса.

В геодезии нашли широкое применение инновационные технологии, использующие электронные тахеометры, наземные лазерные сканеры и спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС. В рамках выполнения первой НИР возможна адаптация этих технологий к разбивочным работам на промплощадке шахты (рудника); к проверкам соотношения геометрических параметров стационарного оборудования предприятий; съемкам мостовых кранов машинных залов; проверкам центровки сосудов и т.п. Первым этапом исследований этой работы является «Разработка методических указаний по применению инновационных технологий измерений при строительстве и эксплуатации подъемных комплексов».

Учитывая новые разработки механиков шахтного подъема [3], планируется выполнить следующий второй этап НИР: «Разработка допустимых отклонений геометрических параметров проводников жесткой армировки эксплуатируемых шахтных стволов».

Накоплен шестилетний опыт участия сотрудников Научного центра геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный» в экспертных обследованиях шахтных подъемных стволов. В развитие «Методических указаний по проведению экспертных обследований шахтных подъемных установок РД-422-01» планируется выполнить следующий третий этап НИР: «Разработка методики анализа профильных съемок жестких проводников шахтных стволов с расчетом параметров рихтовочных работ».

Объектами исследований второй работы являются методика и техника маркшейдерских работ при проходке вертикальных шахтных стволов. Целью работы является разработка опытного образца аппаратуры дистанционного определения положения ство-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

лопроходческого комплекса (комбайна).

При маркшейдерском обеспечении проходки ствола комбайном его центрирование и ориентирование, а также установка каркаса комбайна в вертикальное положение выполняются с помощью четырех боковых проходческих отвесов. Оборудование отвесов состоит из пневматических лебедок, тросов диаметром 4,2 мм и стальных грузов массой 45 кг. Отвесы располагают в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях, развернутых на 45° относительно горизонтальных осей ствола. На верхнем и среднем этажах комбайна против каждого отвеса закрепляют по два пункта (болта), створ которых при отцентрированном и ориентированном комбайне должен совпадать с соответствующим отвесом. Порядок работы при центрировании следующий:

- грузы отвесов опускают до среднего этажа;
- с помощью лыж распирают верхний полок так,

чтобы пункты были равноудалены от отвесов;

- опускают грузы отвесов ниже среднего полка;
- распирают нижний полок домкратами так, чтобы расстояния от соответственных пунктов верхнего и среднего полков до отвесов были равными.

Величину разворота комбайна определяют измерением расстояний от створа пунктов до отвесов. Установку опалубки в проектное положение производят с помощью шнуровых отвесов, подвешиваемых к пунктам среднего полка.

Контрольные профильные съемки стенок ствола, выполненные на одной из шахт, показали, что стенки ствола имеют отклонения, превышающие допустимые. Источниками этих отклонений, кроме технических причин (износ режущего инструмента, деформация опалубки), являются значительные ошибки центрирования рабочего органа комбайна, связанные с применением отвесов и многоступенчатостью измерений.

Отличительной особенностью комбайна является то, что при проходке ствола в выбросоопасных породах буровую бригаду выводят на поверхность и переходят на дистанционное управление. Однако такие операции, как спуск и центрирование комбайна, центровка опалубки и заполнение ее бетоном, наращивание трубопроводов и ряд других операций, пока не могут выполняться дистанционно и бригада вынуждена периодически спускаться в забой ствола. В графике организации работ операции по приведению комбайна в рабочее положение (вождение комбайна) составляют примерно 13%.

За основу аппаратуры для дистанционного оп-

ределения положения стволопроходческого комплекса предполагается использовать принцип работы канатного проекциометра.

В качестве крутонаклонного линейного тела у канатного проекциометра используется имеющийся в стволе технологический канат (подъемный, проводниковый, подвесной и т.п.).

При дальнейшем совершенствовании канатных проекциометров в комплект проекциометра ПМ10 было включено мерное устройство. Во время измерений устройство закрепляют на перекрытии копра рядом с подъемным канатом. Система роликов прижимается к канату, один из роликов (мерный) снабжен счетчиком оборотов. Предельная погрешность измерения мерным устройством глубины составила 0,001Н, что удовлетворяет требованиям при определении плановых координат искомой точки проекциометра.

Таким образом, предлагаемый вариант аппаратуры дистанционного определения положения стволопроходческого комплекса имеет следующие достоинства по сравнению с применяемым способом, основанном на использовании отвесов:

- дистанционное определение координат комплекса с поверхности без присутствия людей в забое ствола;
- возможность автоматизации измерений с оперативной выдачей данных на пульт управления комплексом;
- высокая точность определения координат точек комплекса, допускаемая для соединительных съемок;
- высокая скорость измерений – один прием измерения выполняется за 10 минут.

Решение названных проблем в целом позволит, по-нашему мнению, повысить эффективность и безопасность строительства и эксплуатации вертикальных шахтных стволов.

Литература

1. Католиков В.Е., Динкель А.Д. Динамические режимы рудничного подъема (выходные данные). М.: Недра, 1995. -447 с.
2. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03). М.: ГУП НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2003. -120 с.
3. Манец И.Г., Грядущий Б.А., Левит В.В. Техническое обслуживание и ремонт шахтных стволов: Научно-производственное издание/Под общей редакцией д-ра техн. наук Сторчака С.А. Донецк: ООО «Юго Восток, ЛТД», 2008, -596 с.

*Григорий Петрович Жуков, канд.техн.наук, зав. лабораторией маркшейдерских работ, тел.(812)321-30-30, E-mail: zhukov_gp@spti.ru;
Виталий Борисович Лебедев, канд.техн.наук, старший научный сотрудник лаборатории маркшейдерских работ;
Марк Самуилович Кон, инж., старший научный сотрудник лаборатории маркшейдерских работ
(Научный центр геомеханики и проблем горного производства Национального минерально-сырьевого университета «Горный»
(Горный университет))*

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

УДК 622.33

Ван Чжицян (WANG Zhiqiang); Цяо Цзяньюн (QIAO Jianyong); Чжао Цзинли (ZHAO Jingli)

ОСОБЕННОСТИ СДВИЖЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ЗОН ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОЩНОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА НА ПОЛНУЮ МОЩНОСТЬ

Представлены исследования по новому методу определения образующихся трех зон сдвижения для пластов над призабойным пространством. В результате проведенных исследований сделана поправка в теорию несущего слоя кровли. Также была определена формула, связывающая параметры призабойного пространства и критический размер шага обрушения основного пласта. Новый метод точного определения указанных зон, основанный на теории несущих слоев породы, рекомендуется в первую очередь для разработки мощного угольного пласта на полную мощность. При проверке предложенного метода на практике установлено, что он является более объективным и предпочтительным по сравнению с существующими методами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: мощный угольный пласт; разработка на полную мощность; область «трех зон»; несущий слой.



Ван Чжицян
(WANG Zhiqiang)



Цяо Цзяньюн
(QIAO Jianyong)



Чжао Цзинли
(ZHAO Jingli)

Как известно, область сдвижения пород над выработанным пространством при значительных глубинах разработок и размерах лав имеет три характерные зоны: зону обрушения, т.е. беспорядочного падения породы в виде кусков, глыб и блоков; зону прогиба напластований толщи пород в сторону выработанного пространства с образованием трещин и расслоений; зону плавного прогиба пород без расслоения [1].

Характер сдвижения породных слоёв над выработанным пространством лав в значительной мере влияет на производительность и безопасность работ, выбор оборудования, характер сдвижения земной поверхности и разработка газа. Поэтому выделение в массиве конкретных зон и областей сдвижений является весьма актуальной задачей, особенно на ранних стадиях горных работ.

В настоящее время методы определения в массиве этих трех зон сдвижения делятся на теоретические вычисления и измеренные практически.

Теоретически можно принять, что обрушенные породы полностью заполняют выработанное пространство, то есть:

$$h = M / (c - 1), \quad (1)$$

где h - высота зоны обрушения, M - мощность разрабатываемого пласта, c - коэффициент разрыхления обрушенных пород, равный 1.06-1.8. Считается, что зона обрушения над призабойным пространством составляет примерно 1.25-16.7 M .

Как следует из формулы (1), амплитуда высоты

зон обрушения колеблется в весьма широких пределах, а также не учитывается наличие мощных и прочных слоёв над призабойным пространством, которые могут препятствовать беспорядочному обрушению и заполнению призабойного пространства. В результате этих факторов определение зон будет недостаточно точным.

По результатам экспериментальных данных в статье [2] предложена следующая формула:

$$H_m = \frac{100M}{4.7M + 19} \pm 2.2 ; H_d = \frac{100M}{1.6M + 3.6} \pm 5.6, \quad (2)$$

где H_m - высота обрушения; H_d - высота зоны водопроводящих трещиноватых пород, M - мощность разрабатываемого пласта, м.

В статье [3] представлена формула для расчета зоны трещиноватости, используемая в Китае:

$$h_{mo} = \frac{100M}{aM + b},$$

где a, b – эмпирические коэффициенты.

Таким образом, из анализа представленных формул можно сделать следующие выводы. Во-первых, когда отрабатываемый пласт слишком мощный, нельзя точно определить высоту зоны обрушения и зону трещиноватости во вскрышных породах только с помощью коэффициента разрыхления и мощности слоя.

Кроме того, практика показывает, что высота области сдвижения пород над выработанным пространством активно изменяется, и представленное уравнение не даёт правильного решения. Также практические замеры показали, что при отработке мощных угольных пластов высота рассматриваемых зон и областей сдвижений значительно различается. В табл. 1 представлены данные замеров в забоях Китая при разработке лав механизированными комплексами системами с обрушением [4].

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Таблица 1
Высота зоны обрушения при разработке мощных пластов угля

Название шахты и номер забоя	Мощность пласта, м	Высота обрушения, м	Отношение высоты обрушения и мощности пласта
№7131 Xuzhou Sanhejian	9.00	31.31	3.48
№11 Zhaluanuoer	12.0	43.90	3.66
№7121 Xuzhou Sanhejian	6.50	19.92	3.06
№3119 Xuzhou Qishan	4.50	15.00	3.33
№1303 Yanzhou Baodian	6.10	21.95	3.60
№4309 Luan Wangzhuang	7.02	21.80	3.10
№ 2503-2 Heibiliukuang	5.20	17.05	3.28
Zhaluanuoer Lingbei	12.00	34.00	2.83
№8603 Yangquan Yikuang	6.38	21.00	3.29
№5306 Yanzhou Xinglongzhuang	7.83	28.96	3.70

Как видно из табл.1, чем больше мощность угольного пласта, тем больше высота зоны обрушения.

После обрушения кровли соотношение между степенью заполнения выработанного пространства и мощностью отрабатываемого пласта определяется по формуле:

$$K(\sum h + M) = k_p [\sum h + (1-\eta)M],$$

где K - коэффициент заполнения выработанного пространства.

Вычисления показывают, что степень заполнения выработанного пространства составляет 0.7~0.76.

Из анализа полученных данных следует, что существует определённое пространство между зоной обрушения и зоной трещиноватости. Поэтому, было бы неправильным считать, даже в зависимости от вынимаемой мощности, что выработанное пространство может быть полностью заполнено.

В настоящей статье, базирующейся на теории образования несущих слоев кровли, предлагается новый метод определения областей трёх зон сдвижения в зависимости от длины выработки, скорости её

продвижения и физико-механических свойств вмещающих пород.

1. Физическое моделирование

Для изучения образования и поведения вышележащих пород в областях сдвижения было проведено физическое моделирование на стенде, имитирующем отработку мощного угольного пласта и процесс сдвижения пород, подобный тому, что происходит в натурных условиях.

В качестве геометрической модели выбрано пространство размерами 1620 мм x 160 мм x 1300 мм.

Геометрические пропорции модели составляют 200:1, а пропорции по гравиометрической плотности - 1.5:1.

В соответствии с требованиями механического подобия, в соответствующих точках пласта и модели должны соблюдаться геометрическое, кинематическое и динамическое подобия: должны быть те же самые скорости проходки, ускорения и время действия в одинаковых соотношениях. Таким образом, время этого воздействия должно быть постоянным и вычисляется по формуле:

$$\alpha_t = \sqrt{a_L} = 14.$$

1.1. Механические свойства пород

Как известно, строение породного массива кровли разрабатываемого пласта определяет характер проявления горного давления в очистных забоях, интенсивность смещения и обрушения кровли в призабойном пространстве лав.

В соответствии с целями эксперимента, на производственном участке были определены физико-механические свойства горных пород, которые представлены в табл.2. Как следует из таблицы, наиболее мощные слои вмещающих пласт пород характеризуются следующими показателями: мощность пласта среднезернистого песчаника составляет 8.46 м, мощность пласта мелкозернистого песчаника непосредственно над угольным пластом составляет 18.5 м.

Таблица 2

Мощности и особенности пород пластов кровли и почв вокруг угольного пласта

Пласт порода	Мощность, м	Плотность, (kg/m ³)	Модуль упругости, МПа	Коэффициент Пуассона	Угол внутреннего трения	Прочность на растяжение, МПа	Сплоченность, МПа	Прочность на скатие, МПа
песчаный аргиллит	24.6	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
крупнозернистый песчаник	3.95	2500	46000	0.23	32	5.4	6.4	61
песчаный аргиллит	29.63	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
крупнозернистый песчаник	6.29	2500	46000	0.23	32	5.4	6.4	61
песчаный аргиллит	25	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
мелкозернистый песчаник	3.06	2500	22000	0.22	24	7	5.2	73.6
песчаный аргиллит	84.37	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
мелкозернистый песчаник	18.5	2500	22000	0.22	24	7	5.2	73.6
песчаный аргиллит	4.24	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
среднезернистый песчаник	8.46	2500	23000	0.23	32	6	6.4	66
песчаный аргиллит	12.43	2300	9120	0.26	34	4	1.2	52.2
аргиллит	3.14	2640	6120	0.29	28	3	1	21.3
уголь	12	1450	3100	0.3	35	1.2	0.8	5
крупнозернистый песчаник	6.56	2500	46000	0.23	32	5.4	6.4	61

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Третий пласт песчаного аргиллита мощностью 84.37 м хотя и относится слабоустойчивым, тем не менее является достаточно мощным, чтобы также относиться к основным элементам этого пластообразования. Проведенный эксперимент заключался в следующем.

1.2. Процесс моделирования и анализ результатов



Рис.1. Первичное обрушение кровли в забое

На рис.1 показано, что первичное обрушение кровли в рабочей зоне забоя произошло на расстоянии 66 м от начала продвижения забоя. Шаг разрушения составил 52 м, угол направления трещин - около 63 градусов.

Видно, что к этому моменту слой непосредственной кровли уже достиг своего критического состояния и также может разрушиться за счёт трещиноватости породы.

Ранее, до этого эксперимента, в соответствии с определением свойств несущих слоев кровли, это обстоятельство не принималось, за критерий определения несущего пласта, поскольку верхний слой ещё поддерживался в стабильном состоянии.



Рис.2. Обрушение кровли на расстоянии 80 м от начала выработки до забоя

На рис.2 показано, что кровля над угольным

пластом впервые обрушилась, когда расстояние до забоя достигло 80 м. Высота свода обрушения над забоем составила примерно 16 м, а средний угол направления трещин 55 градусов. Шаг зависания над зоной обрушения достиг 40 м, но признаков обрушения не наблюдалось. Как следует из табл.2, удерживающим слоем является первый слой крепких пород - слой песчаника мощностью 8.46 м - над 3-5 метровым угольным пластом.

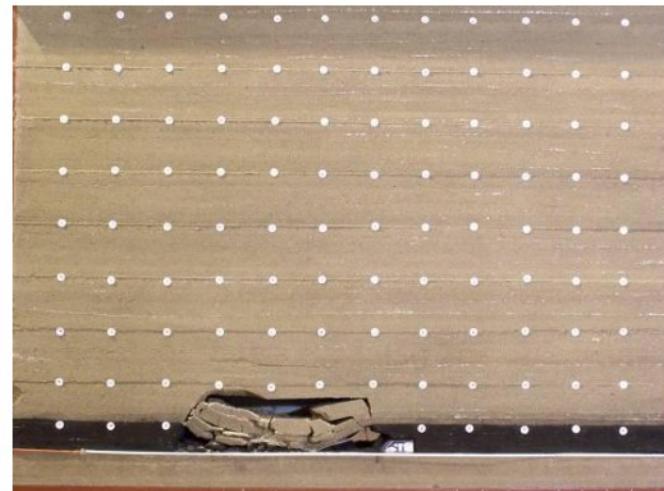


Рис.3. Состояние кровли на расстоянии 100 м с начала отработки

При достижении пролета выработки в 100 м, высота свода обрушения составила 20 м (рис.3). Интервал зависания увеличился с 40 м до 60 м. Также на рис.2 видно, что происходит дальнейшее обрушение слоя аргиллита, залегающего выше слоя песчаника.

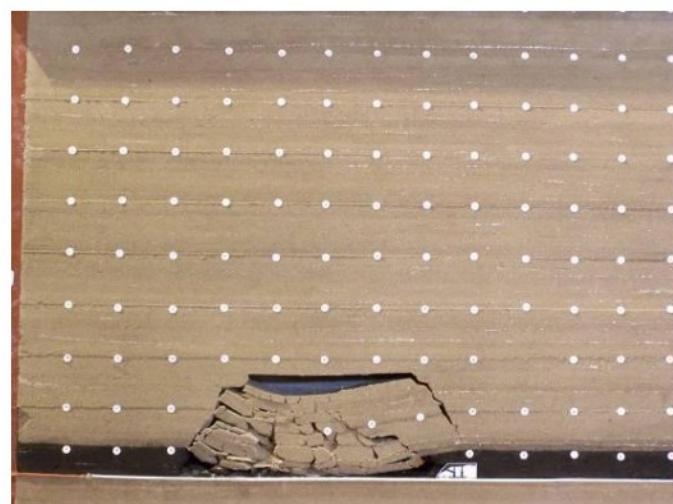


Рис.4. Состояние кровли на расстоянии 120 м с начала отработки

Когда расстояние от начала проходки до забоя увеличилось до 120 м, процесс сдвижения вышележащих пород продолжился со средним углом наклона 60 градусов к пласту мелкозернистого песчаника мощностью 18.5 м (рис.4). Длина зависания увеличилась до 70 м. Однако свод стабильно поддерживался. При этом высота свода обрушения составила 36 м.

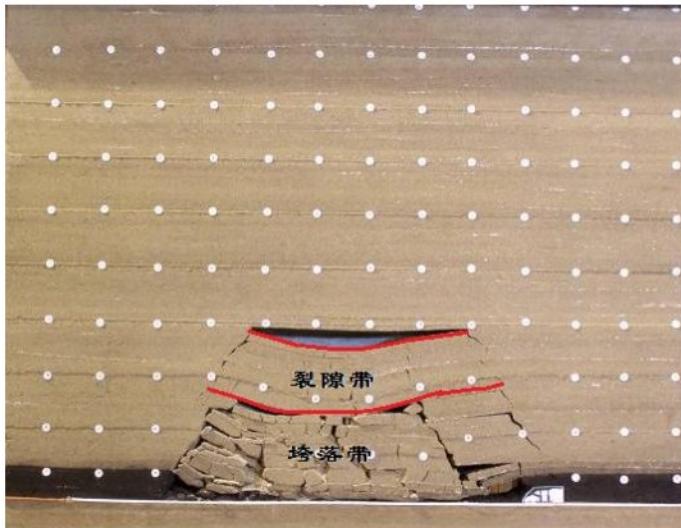


Рис.5. Состояние кровли на расстоянии 150 м от начала отработки

Когда фронт отработки достиг 150 м, а пролет достиг 110 м, произошло обрушение свода пласта (рис.5). Породы обрушились в зоне около 24 м выше устойчивого пласта и в породах кровли образовались трещины, направленные вверх под углом 60 градусов. Сравнивая эти данные, мы находим, что шаг обрушения систематически увеличивается и это регулярно повторяется, при этом данную зону следует рассматривать как зону трещиноватости. Другими словами, при продвижении фронта работ на 150 м от начала отработки, высота зоны обрушения всё ещё оставалась 36 м.

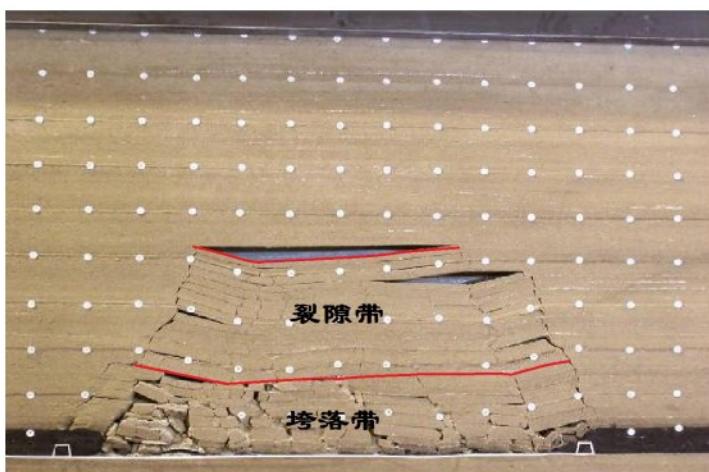


Рис.6. Состояния кровли в расстоянии 200 м с начала отработки

На рис.6 показано, что, когда размер выработки достиг 200 м, высота зоны обрушения всё ещё составляла 36 м. Выше зоны обрушения диапазон зоны трещиноватости составляет от 36 до 84 м. Сравнивая рис.4 и 5, мы видим, что фронт отработки увеличился с 120 до 200 м, высота зоны обрушения почти не изменилась, а верхний предел диапазона зоны трещиноватости постепенно растёт. Для дальнейшей проверки правильности выводов рассмотрим рис.7.

Как следует из рис.7, конечный фронт рабочего пространства достиг края модели, т.е. 260 м.

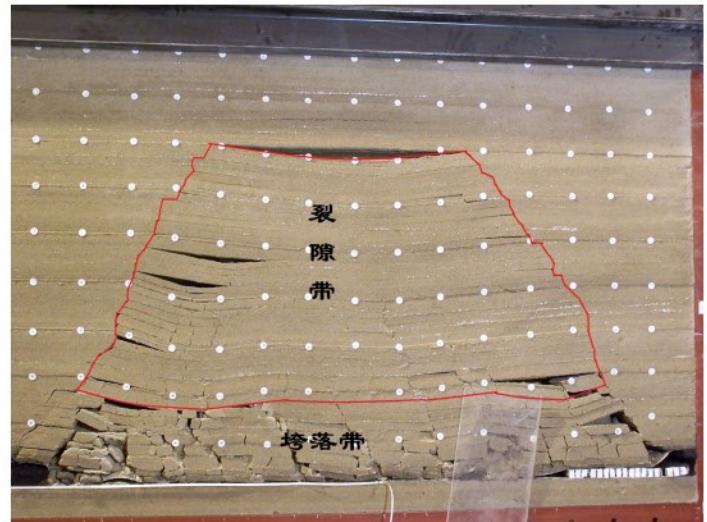


Рис.7. Конечный результат испытаний на модели

Высота зоны обрушения осталась постоянной около 36 м, а высота зоны трещиноватости изменилась с 36 до 140 м. Также на рис.7 мы нанесли ломаные линии обрушения и изгиба породных слоев над призабойном пространством, определяющие пространственную взаимосвязь между длиной забойного пространства и пластами пород, участвующих в процессе сдвижения.

1.3. Экспериментальные выводы

В соответствии с полученными экспериментальными данными можно сделать следующие выводы.

1) С увеличением выработанного пространства шаг зависания основного пласта будет увеличиваться, и при достижении критического предела пласт будет разрушаться.

2) В процессе продвижения забоя возникает критический момент, который определяет нижний предел высоты свода обрушения. Высота свода обрушения будет расти с увеличением выработанного пространства. Когда будет достигнут верхний предел критического момента, высота свода обрушения будет изменяться незначительно, но при этом высота зоны трещиноватости будет увеличиваться по мере увеличения длины забоя.

3) Что очень важно для дальнейших исследований, можно построить диаграммы пространственных взаимоотношений между всеми пластами с помощью графических линий, отмечаемых разрушения.

2. Применение понятия «несущий слой кровли»

Как упоминалось выше, основываясь на теории горного образования, в этой статье предлагается новый метод определения трёх зон сдвижения в вышележащих породах над выработанным пространством с определением на экспериментальной модели пространственных взаимосвязей, определяемых линиями разрушения. В данной статье на рис.8 приведены аргументы, которые позволяют внести корректиды в теорию несущего пласта.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

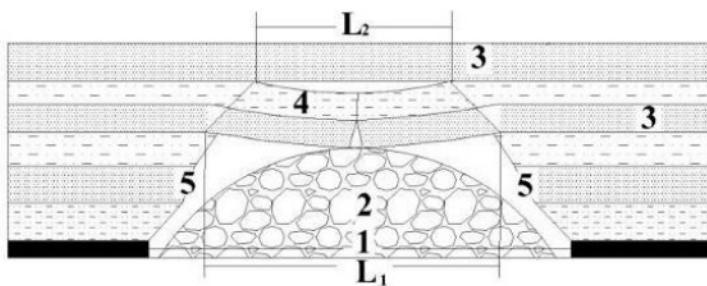


Рис.8. Диаграмма зависимости интервалов разрушения между верхним и нижним соседними слоями ключевого пласта

Как показано на рис.8, L_1 является размером по нижней кромке зависшего несущего пласта, подвергшегося трещинообразованию, и L_2 - шаг зависшего свода над прилегающим несущим пластом с трещинами, h – мощность между пластом между двумя несущими пластами, α - угол между линией сдвижения пластика 5 и горизонтальной осью горной выработки.

Геометрически это выражается формулой^[11]:

$$L_1 = L_2 + 2h \operatorname{ctg} \alpha. \quad (1)$$

Формула означает, что шаг зависания нижнего несущего пласта достиг своего критического состояния L_1 и начал разрушаться, а шаг зависшего свода верхнего несущего пласта еще не достиг своего максимального размера. Кроме того, было построено трёхмерное геометрическое соотношение между несущими пластами и забоем, которое может быть определено по следующей формуле^[12]:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{h_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 + h_2 \operatorname{ctg} \alpha_2 + \dots + h_n \operatorname{ctg} \alpha_n}, \quad (2)$$

где h_i – мощности пластов, лежащих между несущим пластом и забоем, α_i – угол обрушения каждого пластика.

Кроме того, поскольку несущий пласт охватывает четыре стороны пространства перед разрушением, мы используем экспериментальную техническую модель в виде тонкой пластины, защемленной с 4 сторон^[13].

Этот интервал проходки характеризуется следующей формулой^[13]:

$$a = \frac{4h}{\lambda} \sqrt{\frac{(1 + \frac{4}{7} \lambda^2 + \lambda^4) R_t}{42q}}, \quad (3)$$

где q – нагрузка на несущий пласт; a – длина шага зависания несущего пластика; h – мощность несущего пластика; λ - соотношение между длинными и короткими сторонами висячего края, причем $b=\lambda a$; R_t – предел прочности основного пластика на разрыв.

Таким образом, взаимосвязь между критическим значением шага обрушения основных пластов и длиной забоя, может быть определена с помощью формул (2) и (3).

Предположим, что L – длина очистного забоя, тогда L вычисляется по следующей формуле [1, 14, 15]:

$$L = \frac{4h}{\lambda} \sqrt{\frac{(1 + \frac{4}{7} \lambda^2 + \lambda^4) R_t}{42q}} + 2 \sum h \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (4)$$

Условия стабильности несущего пласта после разрушения зависят от баланса структуры вмещающих пластов, а также зависит от наличия нестабильных проявлений скольжения или нестабильных проявлений деформаций [1, 14, 15].

Поэтому сначала нужно определить соотношение между мощностью несущего пластика (h) и длиной зоны разрушения ($a/2$). Это соотношение определяется по следующей формуле:

$$h/(a/2) \leq (1/2) \operatorname{tg} \varphi, \quad (5)$$

где φ – угол трения породы.

Если формула (5) соответствует действительности, нам необходимо далее определить, есть ли проявления деформаций, появляющиеся после разрушения несущего слоя. Эти деформации зависят от величины выдавливающей силы σ_p вмещающих пород после разрушения основного слоя. Эта сила определяется по следующей формуле:

$$\sigma_p = \frac{2qi^2}{(1 - i \sin \beta)^2}, \quad (6)$$

где $i=a/h$, β - представляет угол опускания разрушенных блоков породы, в зависимости от размеров пространства выработки.

Если соотношение между силой выдавливания σ_p и силой сжатия σ_c не превышают коэффициент увеличения объема (K), несущий пласт будет стабильным в зоне трещиноватости после разрушения.

В противном случае, после разрушения возникает неустойчивость в зоне обвала. В формуле (6) коэффициент K определяется путем измерения в лаборатории, либо определяется опытным путем на практике.

3. О новом методе «трех зон» и сфере его применения^[16]

3.1. Новый метод

В результате анализа теоретических исследований и практических данных выявлены следующие шаги для выявления так называемой области трех зон сдвижения, которые приведены ниже.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Шаг 1. Определение положения всех несущих пластов над призабойным пространством.

Шаг 2. Используя проектные параметры забоя, определить, будет ли разрушаться первый несущий слой. Если нет, то зона ниже первого несущего слоя будет классифицироваться как зона обрушения и не будет являться зоной трещиноватости над очистным забоем.

Шаг 3. Если в первом несущем пласте произошло трещинообразование согласно определению по второму пункту, тогда требуется определить, находится ли он в зоне обрушения или в зоне трещиноватости согласно формулам (4) и (5).

Если первый несущий пласт находится к зоне трещиноватости, то зона под ним будет классифицироваться как зона обрушения. Верхнюю границу зоны трещиноватости необходимо определять с помощью формулы (4) для верхнего пласта. Затем определяется местонахождение пласта, не подверженного разрушению.

Шаг 4. Если первый несущий пласт находится в зоне обрушения и если нет следующего несущего пласта, то можно считать, что зона обрушения достигла земной поверхности.

Шаг 5. Если в этом случае есть следующий несущий пласт, то требуется вернуться ко второму шагу для оценки состояния следующих несущих пластов. Таким образом, мы можем определить пласти, которые не будут разрушаться или будут находиться в зоне трещиноватости после разрушения. Процедура продолжается до тех пор, пока эти два пласта не будут определены. Таким образом, если все несущие пласти окажутся разрушенными, или подвергнутся трещинообразованию, то зона обрушения может достигнуть земной поверхности.

3.2. Условия применения

Этот метод можно применять при двух условиях. Первое условие – метод можно применять при разработке мощного угольного пласта на полную мощность, особенно в условиях не полностью заполненного призабойного пространства обрушенными породами.

Второе условие – требуется хотя бы один несущий пласт над призабойным пространством.

4. Практическое применение

Проверка нового метода осуществлялась на практике в условиях действующего промышленного забоя. На угольной шахте «Huafeng» был разработан угольный пласт 4 средней мощностью 6,2 м, средний угол наклона 32° . Длина забоя, расположенного в горизонтах -840 – 920 м, составляла 1411 м. Расчетная дистанция могла достигать 2000 м. Учитывая, что отметка поверхности горизонта расположена на высоте +100 м, глубина разработки достигала более тысячи метров.

Угольный пласт отрабатывался механизированным комплексом.

По гидрогеологическим данным, над забоем расположены пласти третичного конгломерата и песчаников, заполненные водой до призабойного пространства. Расстояние между пластом конгломерата и угольным пластом 145,71 м. Между ними расположен третичный красный пласт песчаника и водоупор - глинистый пласт Шхец.

В соответствии с полученной формулой, высота зоны трещиноватости должна составить не более 52 м и не может достигнуть водоносного горизонта. На практике, приток воды составил менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$, затем увеличился до $300 \text{ м}^3/\text{ч}$, когда забой продвинулся на 50 м. Когда забой продвинулся на расстояние более 1200 м, приток достиг максимального значения до $480 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Измерения показали, что зона трещиноватости уже достигла водонасыщенного песчаника и является главной причиной разрушения и падения особенно мощных кусков конгломератов, а также источником энергии, которая приводит к возникновению таких катастрофических явлений, как вывалы пород и разрушение земной поверхности. На рис.9 показано разрушение земной поверхности, когда мощный конгломерат, находящийся в зоне трещиноватости, обрушился под влиянием промышленной разработки.



Рис.9. Разрушение поверхности

5. Выводы

Определение трех зон сдвижения имеет огромное значение для эксплуатации шахт. В исследовании впервые был осуществлен анализ существующих методов их определения, и мы считаем, что теория, в основе которой лежит определение полного заполнения выработанного пространства обрушенными породами, является идеализированной. При этом, при измерениях применялись определенные ограничения.

В результате экспериментов установлено, что интервалы зависания несущего пласта непрерывно увеличивались вследствие увеличения размеров выработки, и при достижении критического предела происходили разрушения. Также обнаружено, что сначала высота обрушения увеличивалась вслед за размерами выработки и потом постоянно поддержи-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

валась до достижения определенного предела при продвижении забоя. Установлено, что высота зоны трещиноватости постоянно увеличивалась вследствие увеличения размера выработанного пространства. Эксперименты на механической модели позволили построить геометрические соотношения параметров с помощью угла разрушения пластов пород. В результате эксперимента сделана поправка в теорию несущего пласта, установлены условия определения прочности с помощью угла разрушения и предложена формула, связывающая параметры призабойного пространства и критический размер разрушения несущего пласта.

Основываясь на экспериментах и теоретическом анализе, в этой статье предлагается новый метод разделения трех зон сдвижения при условии отработки мощного угольного пласта на полную мощность.

При проверке метода в инженерной практике установлено, что новый метод является более объективным, по сравнению с существующими методами.

Литература

- [1]QIAN Ming-gao, SHI Ping-wu. *Ground Pressure and Strata Control* [M]. Xuzhou: China University of Mining Press, 2003.
- [2]State Bureau of Coal Industry. *The building, the water body, the railroad and the main well lane virgin coal remains supposes with presses the coal mining regulations*[M]. Beijing: China Coal industry publishing house. 2000.
- [3]SHI Yuan-wei, NING Yu, QI Qing-xin. *Strata Control And Technology Optimization For Fully Mechanized Coalface Using Top-Coal Caving*[M]. Xuzhou: China University of Mining Press, 2006.
- [4]Fan Yunce, Kang Lijun, Kang Yonghua,et al. *Full mechanized top coal caving technology*[M].Beijing: China Coal industry publishing house, 2003.
- [5]QIAN Ming-gao, MIAO Xie-xing, XU Jia-lin. *Qian Ming-gao,Miao Xiebing,Xu Jialing. The study on key stratum theory of strata control*[J]. JOURNAL OF COAL SCIENCE & ENGINEERING, 1996,21(3) : 225~230.
- [6]Mao Xian-biao, Miao Xie-xing, Qian Ming-gao. *Study on Broken Laws of Key Strata in Mining Overlying Strata*[J]. JOURNAL OF CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY,1998.27(1):39-42.
- [7]Qian Ming-gao, Mao Xian-biao, Miao Xie-xing. *VARIATION OF LOADS ON THE KEY LAYER OF THE OVERLYING STRATA ABOVE THE WORKINGS*[J]. JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 1998(2) : 135~150.
- [8]Qian Ming-gao, Xu Jia-lin. *STUDY ON THE “O SHAPE” CIRCLE DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF MINING INDUCED FRACTURES IN THE OVERLAYING STRATA*[J]. JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 1998,23 (5) : 466~469.
- [9]XU Jia-lin, QIAN Ming-gao. *Method to Distinguish Key Strata in Overburden*[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2000,29 (5) : 463~467.
- [10]XU Jia-lin, QIAN Ming -gao. *Study on the influence of key strata movement on subsidence*[J]. JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 2000,25(2):122~126.
- [11]Xu Ting. *Similarity method and application*[M]. Beijing: China machine press, 1972.
- [12]Wang Zhi-qiang. *Research on strata pressure laws working face lapped each other of the stagger arrangement roadway layouts in thick coal seams*[D]. Beijing: China university of mining and technology, Beijing, 2009.
- [13]Shi Yuan-wei. *The control technique and theory of surrounding rock of mining workface*[M].Xuzhou: China University of Mining &Technology Press,2003.
- [14]Qian Ming-gao, Miao Xie-xing, He Fu-lian. *ANALYSIS OF KEY BLOCK IN THE STRUCTURE OF VOUSSOIR BEAM IN LONGWALL MINING*[J]. JOURNAL OF CHINA COAL SOCIETY, 1994,19 (6) 557~563.
- [15]Qian Ming-gao, He Fu-liang, Wang Zuo-tang; Gao Cun-bao. *A Further Discussion on the Theory of the Strata Behaviors in Longwall Mining*[J]. JOURNAL OF CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY, 1994,23 (3) : 1~12.
- [16]Wang Zhi-qiang, Li Cheng-wu, Zhao Jing-li. *China Patent: Method for determining the caving height of stope*. Application number: 201110409969.0.

Ван Чжицян (WANG Zhiqiang): Лектор, Репетитор Магистра, учитель Китайского Горного Университета (Пекин)

WANG Zhiqiang: lecturer, master tutor, China university of mining&technology (Beijing).

E-mail: wzhiqianglhm@126.com

Цяо Цзяньюн (QIAO Jianyong): Профессор, Репетитор Доктора, ректор Китайского Горного Университета (Пекин) Иностранный Академик Русской Инженерной Академии

QIAO Jianyong: professor, doctoral tutor, the principal of China University of mining&technology (Beijing), foreign academician of the Russian Academy of Engineering.

E-mail: qjy@cumtb.edu.cn

Чжао Цзинли (ZHAO Jingli): Профессор, Репетитор Доктора, учитель Китайского Горного Университета (Пекин)

ZHAO Jingli: professor, doctoral tutor, China university of mining&technology (Beijing).

E-mail: zjl62331941@sina.com

(Китай, 100083 Пекин пр. Хуэйюан D11. Китайский горный университет (Пекин))

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

УДК 622.023

В.Н.Захаров, И.Ф.Жариков, Б.К.Норель

ПАСПОРТ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ НЕОДНОРОДНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД В ОБЪЕМНОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Рассмотрены физические зависимости новой механической модели горных пород при действии различных видов объемного напряженного состояния. В математические зависимости модели включены: параметр Надаи, учитывающий различный вид объемного напряженного состояния, показатели величины потенциальной энергии изменения объема и величины потенциальной энергии изменения формы элементов горной породы, находящейся в равновесном напряженно-деформированном состоянии. Эти показатели позволяют установить механические зависимости условий сохранения равновесного состояния горных пород массива и формирования условий перехода в неравновесное состояние при действии объемного напряженного состояния, обосновать физические параметры паспорта прочности горных пород при действии объемного напряженного состояния, установить математическую модель критерия прочности горных пород в объемном напряженном состоянии с энергетическими показателями

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: паспорт прочности; объемное напряженное состояние; главные напряжения; механическая модель; тензор напряжений; энергетические показатели; тензор деформаций; инварианты главных напряжений.

Перспективным методом решения задач горного давления является схема анализа процессов значительного деформирования и разрушения горных пород в изменяющемся неоднородном напряженном состоянии с использованием третьей теории прочности твердых тел – наибольших касательных напряжений. В этой теории ответственность за достижение материалом предельного состояния возлагается на касательные напряжения и критерием прочности считается величина наибольшего касательного напряжения T :

$$T = \frac{1}{2} (\sigma_1 - \sigma_3). \quad (1)$$

Третья теория прочности используется для расчетов на прочность пластичных материалов и обычно не применяется для хрупких материалов, неоднозначно сопротивляющихся растяжению и сжатию. Эта теория прочности не учитывает влияния на прочность материала промежуточного главного напряжения σ_2 , что может приводить к ошибкам при анализе механических и прочностных характеристик материалов и конструкций. Существенное развитие третья теория прочности получила в работах Кулона и Мора применительно к анализу прочности неоднородных горных пород и механических процессов, протекающих в массиве. Для теоретических исследований и обработки результатов экспериментальных данных механических процессов, протекающих в образцах горных пород и отдельных зонах породного массива, представляет определенный научный и практический интерес уточнение формулы (1) для описания механического состояния горных пород при достижении значительных величин неодноосного напряженного состояния. Разрушение горной породы при действии напряженного состояния наступает, когда касательное напряжение T достигает предельной величины, линейно зависящей от нормального напряжения σ_n , действующего в плоскости разрушения:

$$T = \tau_0 + k\sigma_n, \quad (2)$$

где τ_0 – сцепление; k – коэффициент внутреннего трения, являющиеся параметрами среды. При этом величина σ_n может быть равна половине суммы главных напряжений, но при исключении из формулы (2) промежуточного главного напряжения σ_2 . В теории прочности Кулона-Мора критерием прочности считается величина и положение определяющей окружности напряженного состояния на круговой диаграмме

напряжений. За математическое выражение критерия прочности при этом принимается наибольшее касательное напряжение: $T=0,5(\sigma_1-\sigma_3)$, но в отличие от третьей теории прочности считается, что предельная величина критерия прочности для данного материала не постоянна, а зависит от определенного равномерного сжатия, характеризуемого гидростатическим напряжением плоского напряженного состояния:

$$\sigma_n = F[0,5(\sigma_1 - \sigma_3)]. \quad (3)$$

Достоинством теории Кулона-Мора является как учет среднего нормального напряжения в форме величины гидростатического равномерного напряжения для плоского напряженного состояния σ_n , так и максимального касательного напряжения T в аналитических расчетах. Однако указанная теория прочности предусматривает действие плоского напряженного состояния на среду, поэтому не учитывает действия промежуточного главного напряжения σ_2 .

Ниже представлены аналитические и экспериментальные результаты, которые позволили составить математическую модель описания механических процессов, реализующихся в горных породах в объемном напряженном состоянии, включая три главные напряжения σ_1 , σ_2 , σ_3 . При проведении аналитических исследований выполняется обоснование выбора механических параметров горных пород, свойства которых не противоречат положениям физических законов деформирования твердых тел при объемном напряженном состоянии. Кроме того, закономерные изменения параметров дополняются сведениями о механических свойствах горных пород, индивидуальные свойства которых являются специфическими при действии объемного напряженного состояния. Компоненты поля напряжений преобразуются в тензор напряжений. Такая же процедура осуществляется и для поля деформаций. Рассмотрим написание тензора напряжений в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{xx} \quad \sigma_{xy} \quad \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} \quad \sigma_{yy} \quad \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} \quad \sigma_{zy} \quad \sigma_{zz} \end{array} \right\}. \quad (4)$$

При этом $\sigma_{xy}=\sigma_{yx}$; $\sigma_{xz}=\sigma_{zx}$; $\sigma_{yz}=\sigma_{zy}$.

Учитывая, что напряженное и деформированное состояние в точке вполне определено, если задан

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

тензор напряжений и тензор деформаций для этой точки, то определение компонент главного напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ и соответствующих главных координатных осей можно выполнить следующим образом. Составляется разность между компонентами тензора напряжений (4) объемного напряженного состояния и компонентами тензора главного напряжения, у которого отличными от нуля являются только компоненты главной диагонали. Эта разность представляется в виде левой части алгебраической системы уравнений третьего порядка относительно трех компонент главного напряжения и соответственно трех главных пространственных координатных осей для каждой компоненты главного напряжения $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. Последовательная схема решения этой системы уравнений представляет вычисление определителя третьего порядка и составление из его коэффициентов алгебраического уравнения третьей степени относительно независимых переменных $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. Коэффициенты этого алгебраического уравнения одновременно являются составляющими инвариантов, имеющих вид:

$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3; I_2 = \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_1\sigma_3; I_3 = \sigma_1\sigma_2\sigma_3, \quad (5)$$

где I_1, I_2, I_3 – соответственно первый, второй и третий инварианты главного напряжения с компонентами $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$. Аналогично составляются выражения и для трех инвариантов компонент главной деформации:

$$\Delta_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3; \Delta_2 = \varepsilon_1\varepsilon_2 + \varepsilon_2\varepsilon_3 + \varepsilon_1\varepsilon_3; \Delta_3 = \varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3. \quad (6)$$

Инварианты главного напряжения и главной деформации принимаются основными характеристиками в общей теории напряженного и деформируемого состояния твердых тел, включающими все три главных напряжения и главных деформаций. Уравнения, определяющие соотношения между полями напряжений и деформаций для горных пород, составляются на основе результатов механических испытаний. В качестве аппаратуры при проведении механических испытаний использовалась установка трехосного неравно компонентного сжатия УТНС [1]. Методика экспериментальных исследований включала программы опытов с реализацией направленного варьирования величин параметра Надай [2] μ_σ и равномерного начального всестороннего сжатия σ_0 . Испытания производились при различных условиях объемного напряженного состояния, оцениваемого величиной μ_σ , из которых три являются базовыми [3]:

$\mu_\sigma = -1$ – вид объемного напряженного состояния «обобщенное» растяжение с условием $\sigma_2 = \sigma_3$;

$\mu_\sigma = 0$ – вид объемного напряженного состояния «обобщенный» сдвиг с условием $\sigma_2 = 0,5(\sigma_1 + \sigma_3)$;

$\mu_\sigma = +1$ – вид объемного напряженного состояния «обобщенное» сжатие с условием $\sigma_2 = \sigma_1$.

Анализ деформирования образцов горной породы при действии на них объемного напряженного состояния с формированием «обобщенного» сдвига $\sigma_1; \sigma_2 = 0,5(\sigma_1 + \sigma_3); \sigma_3$; μ_σ позволил установить, что вплоть до разрушения наряду со всесторонней равномерной объемной деформацией реализуется также чистый сдвиг с примерно равными величинами максимальной и минимальной компонентами девиатора деформации, но с противоположными знаками, т.е. $\varepsilon_1 = -\varepsilon_3$. При этом разрушение образцов происходило по схеме с реализацией плоскостей скольжения, что видно

из рис.1.



Рис.1. Вид разрушения образца горной породы при нагружении «обобщенным» сдвигом ($\mu_\sigma=0$)

Разрушение образцов горных пород при таком виде объемного напряженного состояния, как «обобщенное» растяжение, реализовалось в виде отрыва по плоскости, перпендикулярной направлению максимальной растягивающей деформации, что представлено на рис. 2.

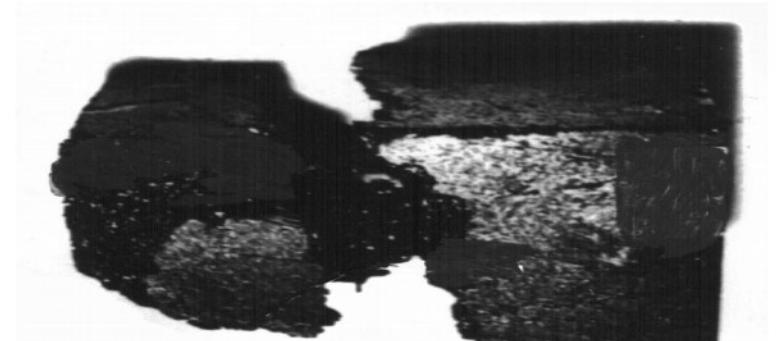


Рис.2. Вид разрушения образца горной породы при нагружении «объемным» растяжением ($\mu_\sigma=-1$)

Анализ выполненных механических испытаний образцов горных пород на установке трехосного неравнокомпонентного сжатия, по разработанной методике получения механической модели горных пород в объемном напряженном состоянии, и результатов аналитического исследования протекания механических процессов значительного деформирования и разрушения образцов горных пород позволил не только получить числовые данные механических свойств образцов горных пород при действии объемного напряженного состояния, но и обосновать выбор влияющих физических параметров, на основе которых протекает механический процесс в породном массиве при действии объемного напряженного состояния. Включение компоненты промежуточного напряжения σ_2 , а также использование параметра μ_σ для оценки вида объемного напряженного состояния в схеме геометрических построений гипотезы горного давления Кулона-Мора позволили выполнить прогнозирование трех видов объемных напряженных состояний: обобщенного сжатия, обобщенного сдвига и обобщенного растяжения. В результате проведенных механических испытаний были установлены два различных вида разрушений: разрушение сдвигом (рис.1) и разрушение отрывом (рис.2), которые подтвердили экспериментальную возможность установления соответствия вида объемного напряженного

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

состояния и вида разрушения.

Запишем три группы уравнений механической модели среды при объемном нагружении. Понятие октаэдрический показатель обозначает среднюю величину для трех показателей по трем направлениям объемного напряженного и объемного деформированного состояния:

- для показателей поля напряжений:

$$\begin{aligned} I_1 &= 3\sigma_{окт} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3; \\ \tau_{окт}^2 &= \frac{1}{9} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]; \\ \mu_\sigma &= \frac{2\sigma_2 - (\sigma_1 + \sigma_3)}{\sigma_1 - \sigma_3}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – главные напряжения; $\sigma_{окт}$ – октаэдрическое среднее напряжение; I_1 – первый инвариант главных напряжений; $\tau_{окт}$ – октаэдрическое касательное напряжение; μ_σ – параметр Надаи-Лоде для напряжений.

- для показателей поля деформаций:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \Delta = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3; \\ \gamma_{окт}^2 &= \frac{4}{9} [(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2]; \\ \mu_\varepsilon &= \frac{2\varepsilon_2 - (\varepsilon_1 + \varepsilon_3)}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}, \end{aligned} \quad (8)$$

где Δ – изменение объема; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – главные деформации; $\gamma_{окт}$ – октаэдрическая касательная деформация; μ_ε – параметр Надаи-Лоде для деформаций; Δ_1 – первый инвариант главных деформаций.

- для энергетических показателей:

$$K = \frac{\sigma_{окт}}{\Delta}; G = \frac{\tau_{окт}}{\gamma_{окт}}; W_\varphi = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau_{окт}^2}{G}; W_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma_{окт}^2}{K}, \quad (9)$$

где K – объемный модуль; G – модуль сдвига; W_0 – потенциальная энергия изменения объема; W_φ – потенциальная энергия формоизменения.

Первые две группы формул (7-8) позволяют определять параметры функции состояния – изменение механического состояния породного массива без вносимых ограничений на физические свойства среды. Третья группа уравнений (9) включает физические ограничения на параметры системы функции состояния при выборе условий деформирования. Так для упругой среды надо обеспечивать следующие условия: $G = const$; $K = const$; $\mu_\sigma = \mu_\varepsilon$. Для неупругой среды параметрами являются объемные переменные показатели G и K , а также неодинаковые величины параметров Надаи-Лоде для напряжений и деформаций ($\mu_\sigma \neq \mu_\varepsilon$), которые должны быть предметом экспериментальных исследований.

По разработанным аналитическим и методическим положениям были составлены условия нагружения и выполнены испытания образцов угля марки «Т». Опыты проводились по девяти сериям (три серии с тремя различными величинами всестороннего равномерного сжатия и дважды по три серии с различными значениями μ_σ от -1 до +1). После выполнения остальных серий испытаний становятся известными числовые величины для получения предельной поверхности разрушения для полного комплекса из-

меняющихся показателей функции механического состояния исследуемой среды в предельном состоянии образца горной породы.

Существенным моментом выбора состояний для таких величин параметра Надаи является установление граничных условий изменения μ_σ в интервале от -1 до +1. Выберем три комбинации главных видов объемных напряженных состояний для трех основных направлений, определяемых тремя основными объемными напряженными состояниями по классификации Надаи: обобщенное растяжение, обобщенный сдвиг и обобщенное сжатие. Для каждого из трех характерных видов объемных напряженных состояний записываем комплекс из физических показателей:

- для «обобщенного» растяжения: величина параметра Надаи для напряжений составляет -1; формула $2W_\Sigma = \sigma_1 \varepsilon_1 + \sigma_2 \varepsilon_2 + \sigma_3 \varepsilon_3$ – представляет собой величину полной потенциальной энергии элемента горной породы при действии объемного напряженного состояния; W_0 (при $\mu_\sigma = -1$) = $F_0(\mu_\sigma = -1, K, I_1, \Delta_1)$ – величина количества потенциальной энергии элемента горной породы, связанной с изменением объема при действии объемного напряженного состояния «обобщенного» растяжения; $W_\varphi(\mu_\sigma = -1, G, \tau_{окт}, \gamma_{окт})$ – величина количества потенциальной энергии элемента горной породы, связанной с изменением формы при действии объемного напряженного состояния «обобщенного» растяжения. В подобном виде могут быть записаны энергетические показатели и величины параметра Надаи для обобщенного сдвига, равному 0, и для обобщенного сжатия, равному +1. Функция, обобщающая зависимости напряженных состояний для трех видов нагрузений, имеет вид:

$$W_\Sigma = F(W_0, W_\varphi, \mu_\sigma). \quad (10)$$

Величина параметра μ_σ фиксирует три значения для трех главных видов объемных напряженных состояний (по классификации Надаи) +1, 0, -1, а W_0, W_φ обозначают собой переменные величины количеств потенциальной энергии изменения объема и изменения формы элемента твердого тела во время механических испытаний, при различных значениях $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, до окончательной реализации процесса разрушения образца горной породы в условиях объемного напряженного состояния. Функция напряженно-деформированного состояния вида (10) представляет собой геометрическую фигуру предельной поверхности разрушения объемного напряженно деформированного состояния для различных видов объемных напряженных состояний. Построим теперь три параллельных плоскости, называемые: «плоскость сжатия» со значением $\mu_\sigma = +1$; «плоскость сдвига», для которой $\mu_\sigma = 0$; плоскость растяжения с фиксированным значением $\mu_\sigma = -1$. Пересечем эти три параллельных плоскости перпендикулярной плоскостью, на которой находится прямая линия с указанными значениями μ_σ . Эту пространственную фигуру, представленную на рис.3, можно назвать «паспорт прочности горных пород с энергетическими показателями».

Паспорт прочности горных пород при объемном напряженном состоянии содержит следующие физические показатели: количество потенциальной энер-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

гии образца горной породы при изменении объема под действием объемного напряженного состояния и количество потенциальной энергии при изменении формы, а также числовые величины параметров Надай μ для главных напряжений и главных деформаций и для трех главных видов объемных напряженных состояний деформируемого твердого тела при протекании механических процессов в образцах горных пород в лабораторных условиях и в отдельных зонах породного массива при действии объемного напряженного состояния.

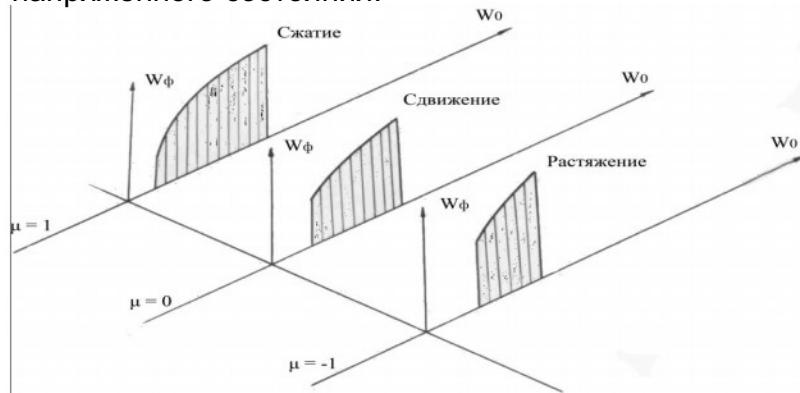


Рис. 3. Энергетический паспорт прочности горных пород при объемном напряженном состоянии

На плоскости «сжатие» паспорта прочности горных пород, где формируются компоненты главного напряжения $\sigma_1 = \sigma_2 \geq \sigma_3$ и $\mu_\sigma = +1$, энергетические показатели описываются следующим образом: W_f^S - предельная потенциальная энергия изменения формы при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного сжатия; W_0^S – предельная потенциальная энергия изменения объема при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного сжатия.

На плоскости «сдвиг» паспорта прочности горных пород, где формируются компоненты главного напряжения $\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3)$; $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, $\mu_\sigma = 0$, энергетические показатели описываются следующим образом: W_f^C - предельная потенциальная энергия изменения формы при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного сдвига; W_0^C - предельная потенциальная энергия изменения объема при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного сдвига.

На плоскости «растяжение» паспорта прочности горных пород, где формируются компоненты главного напряжения: $\sigma_2 = \sigma_3 \leq \sigma_1$ и $\mu_\sigma = -1$, энергетические показатели описываются следующим образом: W_f^P - предельная потенциальная энергия изменения формы при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного растяжения; W_0^P - предельная потенциальная энергия изменения объема при разрушении в объемном напряженном состоянии обобщенного растяжения.

Паспорт прочности горных пород построен таким образом, что в нем отражено влияние существенных параметров объемного напряженного состояния на механические свойства горных пород при объемном нагружении. При этом имеется возможность проверки получения фактических величин механических характеристик горных пород для различных видов объемных напряженных состояний в натурных условиях.

Заключение

Выполненные механические испытания образцов горных пород в объемном напряженном состоянии на установках трехосного неравнокомпонентного сжатия позволили исследовать физические процессы деформирования, значительного деформирования, потери прочности и разрушения в широком диапазоне различных видов объемных напряженных состояний.

При исследовании закономерностей механических свойств материалов в объемном напряженном состоянии было установлено следующее:

- прочностные и деформационные характеристики исследуемых горных пород при различных значениях начального всестороннего сжатия σ_0 и величинах параметра Надай μ_σ , характеризующего различный вид объемного напряженного состояния, закономерно изменяются;

- на стандартных диаграммах компонентов главных напряжений σ_1 , σ_2 , σ_3 и компонентов главной деформации ε_1 , ε_2 , ε_3 в форме зависимостей инвариантов главного напряжения и главной деформации $I_1 - \Delta_1$ и $I_2 - \Delta_2$ выделяются закономерные характерные участки различного деформирования, что дает возможность математического описания уравнений связи между статическими и кинематическими переменными.

Составленный паспорт прочности горных пород в объемном напряженном состоянии с энергетическими показателями в качестве параметров системы координат полученной геометрической фигуры этого паспорта прочности в определенной степени развивает научные положения Е.И.Шемякина. Этот паспорт прочности вместе с предельной поверхностью разрушения горных пород в объемном напряженном состоянии составляет определенную механическую модель для разработки методов исследований механических процессов горных пород в массиве и методов прогнозирования формирующихся нежелательных динамических явлений в породной среде.

Литература

1. А.с. 394692 СССР Установка для испытания призматических образцов на трехосное сжатие. А.Д.Алексеев, Е.Н.Оська, А.М.Тодосейчук – Опуб. в Б.И. – 1973, № 34, 139 с.
2. Надай Л. Пластичность и разрушение твердых тел. Т. 1. – М., Мир, 1969, 648 с.
3. Норель Б.К. Изменение механической прочности угольного пласта в массиве. М.: Наука, 1983, 127 с.
4. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – Недра, 1986, 299 с.

*Валерий Николаевич Захаров, проф., д.т.н., директор ИПКОН РАН;
Игорь Федорович Жариков, д.т.н., в.н.с., ИПКОН РАН,
E-mail: zharkovif@mail.ru;
Бронислав Константинович Норель, д.т.н., в.н.с.,
ИГД им. А.А.Скочинского*

УДК 622.834.1:622.031.52-118

А.Е.Журавлëв, В.Н.Гусев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДА ОТ КРИВИЗНЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ИНТЕРВАЛАХ МЕЖДУ РЕПЕРАМИ, К ИСТИННОЙ КРИВИЗНЕ

Показано, что кривизна, получаемая из наблюдений по профильным линиям, зависит от интервала между реперами. Приведен аналитический вид этой зависимости, позволяющий осуществлять переход от кривизны, получаемой по профильным линиям при различной длине интервалов, к её истинным значениям.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство тоннелей; профильные линии; интервал между реперами; кривизна; переходные функции.



А.Е.Журавлев



В.Н.Гусев

Строительство тоннелей в слабых грунтах неизбежно вызывает деформации земной поверхности. В городских условиях в зону влияния сдвиганий и деформаций, вследствие проходки тоннелей, попадают гражданские и промышленные здания и сооружения. Для оценки технического состояния этих зданий и сооружений актуальным является прогноз деформаций, в частности, кривизны земной поверхности.

Считается, что форма мульды в поперечном сечении описывается функцией распределения Гаусса, из которой можно получить выражение для кривизны. В то же время, на практике кривизна определяется по результатам мониторинговых наблюдений за оседаниями реперов профильных линий, при этом получаемые значения кривизны зависят от длины интервала между реперами. В свою очередь сами интервалы, из-за плотной городской застройки, имеют различную длину.

Для того, чтобы от полученных из натурных наблюдений значений кривизны перейти к истинным (получаемым из функции Гаусса), необходимо установить взаимосвязь между этими значениями через учёт длины интервала получения кривизны.

Общая схема распределения оседаний показана на рис.1. Для удобства вывода указанной зависимости система координат выбрана так, чтобы начало координат находилось на земной поверхности в плоскости рассматриваемого поперечного сечения, ось x была направлена перпендикулярно оси тоннеля, ось y совпадала с проекцией оси тоннеля на горизонтальную плоскость и ось z направлена вертикально, характеризуя глубину заложения тоннеля.

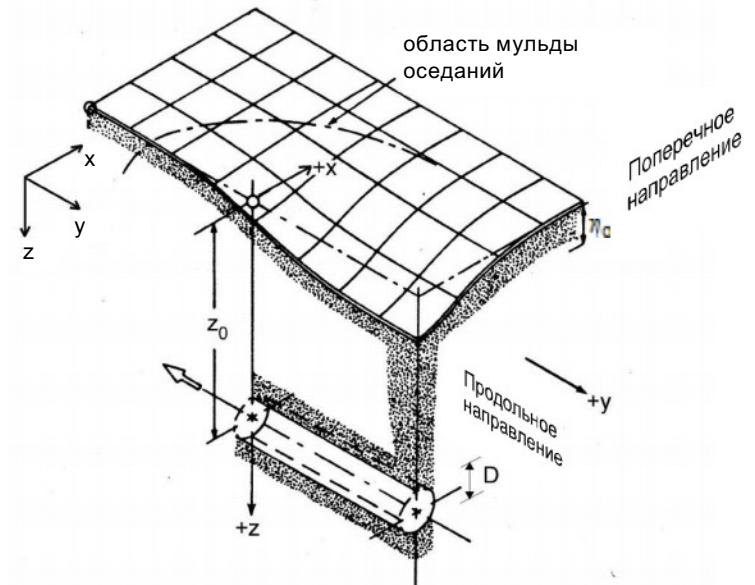


Рис.1. Общая схема оседаний при строительстве тоннеля

Различными исследованиями, в частности, приведёнными в [1], было установлено, что оседания могут быть выражены функцией распределения Гаусса и с тех пор это математическое описание распределения оседаний широко используется. Согласно этому положению, вертикальные смещения (оседания) в поперечном сечении можно получить по формуле:

$$\eta_x = \eta_0 e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}}, \quad (1)$$

где η_0 - значение максимального оседания, определённое над осью тоннеля. Параметр i_x , входящий в формулу (1), определяет местоположение характерных точек мульды сдвижения. Типичный график оседания в поперечном сечении, построенный по формуле (1), показан на рис.2. Согласно представленному графику максимальный наклон мульда имеет в точке перегиба, которая находится на расстоянии i_x от оси тоннеля. В [2] приведён анализ 19 случаев сооружения тоннеля в глине. В результате было выявлено, что расстояние от оси тоннеля до точки перегиба мульды i_x зависит от вертикального расстояния между земной поверхностью и осью тоннеля z_0 (рис. 1, 3).

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

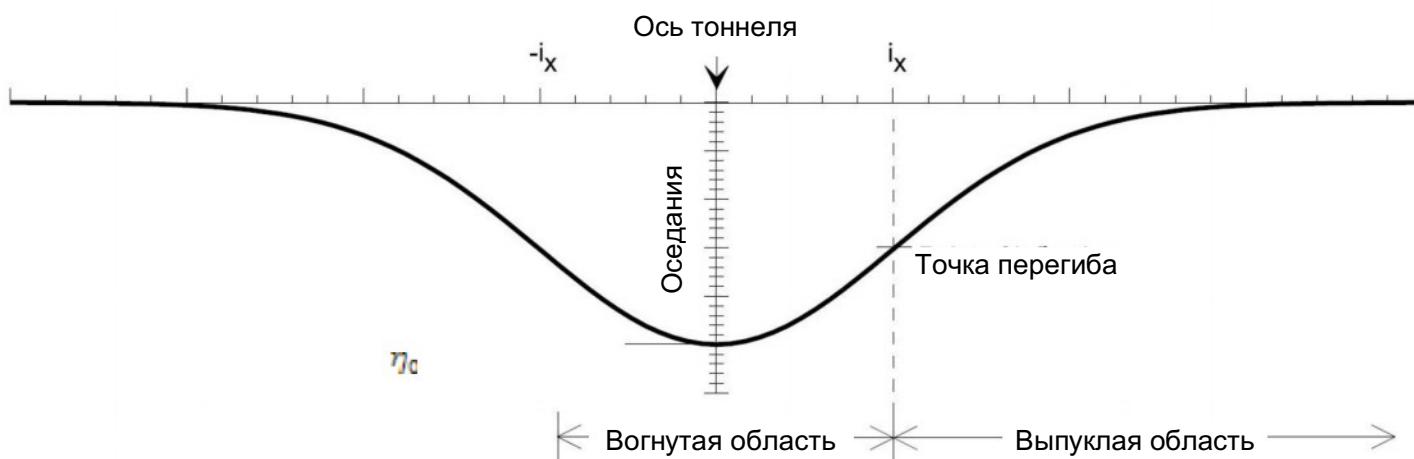


Рис. 2. Мульда оседаний в поперечном сечении тоннеля

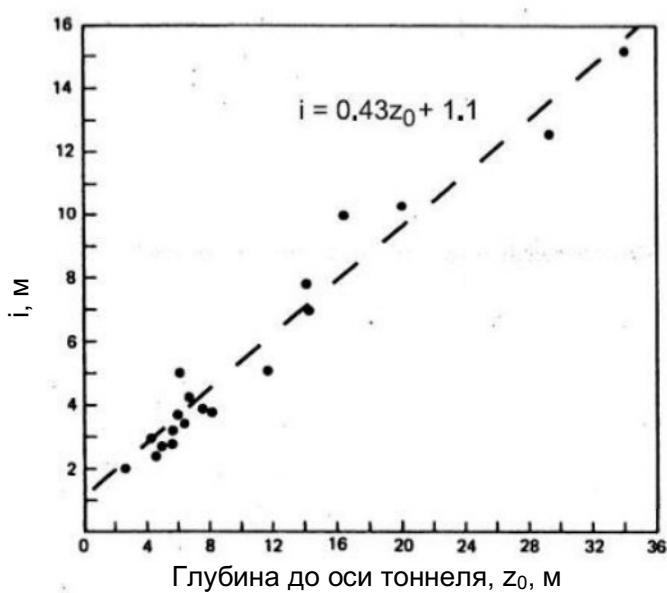


Рис. 3. Зависимость параметра i_x от глубины до оси тоннеля z_0

Для линейной зависимости на рис.3 было получено следующее соотношение [2]:

$$i_x = 0.43z_0 + 1.1, \quad (2)$$

где i_x - расстояние от оси тоннеля до точки перегиба мульды по горизонтали; z_0 - расстояние между земной поверхностью и осью тоннеля по вертикали. Из рис.3 видно, что линейная зависимость хорошо согласуется с натурными данными. Поэтому было упрощено выражение (2) до вида: $i_x = Kz_0$. Основываясь на своих наблюдениях, было установлено, что для глин значение $K = 0.5$ уместно использовать для большинства задач проектирования. В то же время, это значение может варьировать между $K = 0.4$ и 0.7 для твердых и мягких глин соответственно. В [3] представлены результаты подобного исследования, но с расширенной базой данных, которые подтвердили значение $K = 0.5$ для глин, откуда следует, что $i_x = 0.5z_0$. Те же результаты были получены из испытаний центрифугой [4], то есть было подтверждено значение $K = 0.5$ для глин и, более того, эта величина

не зависит от способов крепления и проходки тоннеля.

При проектировании тоннелей одним из важных критериев для оценки степени деформаций подрабатываемых зданий и сооружений является кривизна. Поскольку кривизна по определению – это вторая производная осаданий, то согласно (1) из функции Гаусса она определится из выражения:

$$K_x = \eta_x'' = \left(\eta_0 e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \right)''; \\ K_x = \frac{\eta_0}{i_x^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \cdot \left(\frac{x^2}{i_x^2} - 1 \right). \quad (3)$$

Наибольшие деформации земной поверхности будут возникать в точках, где кривизна принимает максимальные значения. Для определения этих точек с экстремальными значениями кривизны продифференцируем выражение (3):

$$K_x' = \left(\frac{\eta_0}{i_x^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \cdot \left(\frac{x^2}{i_x^2} - 1 \right) \right)'; \\ K_x' = \frac{\eta_0}{i_x^4} \cdot x \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \cdot \left(3 - \frac{x^2}{i_x^2} \right).$$

Отсюда следует, что кривизна принимает наибольшие значения в точках $x_1 = 0$; $x_{2,3} = \pm i_x \sqrt{3}$. Типичный график кривизны приведён на рис.4, на котором отмечены точки с экстремальными значениями кривизны выпуклости и вогнутости. В точке $x = 0$ из (3) максимальное значение кривизны определится из выражения:

$$K_{x=0} = -\frac{\eta_0}{i_x^2}. \quad (4)$$

В точках $x = \pm i_x \sqrt{3}$ из (3) максимальное значение кривизны составит:

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

$$K_{x=\pm i_x \sqrt{3}} = 2 \cdot e^{-1.5} \cdot \frac{\eta_0}{i_x^2} \approx 0.45 \cdot \frac{\eta_0}{i_x^2}; \quad (5)$$

$$K_{x=\pm i_x \sqrt{3}} \approx 0.45 \cdot K_{x=0}. \quad (6)$$

В формулах (4) - (6) наибольшие значения кривизны зависят от максимальных оседаний и от па-

метра ширины полумульды между осью тоннеля и точкой перегиба (i_x) и не учитывают величин интервалов между реперами профильных линий.

Рассмотрим зависимость значений кривизны от расстояния между реперами профильной линии, за-ложененной перпендикулярно оси тоннеля (рис.5).

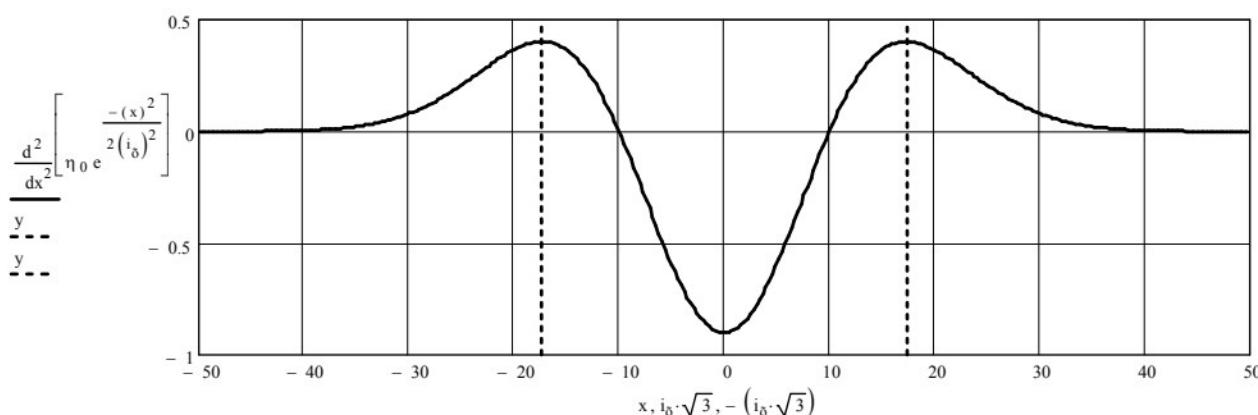


Рис.4. График кривизны с максимальными значениями в точках $x=0$ и $x=\pm i_x \sqrt{3}$

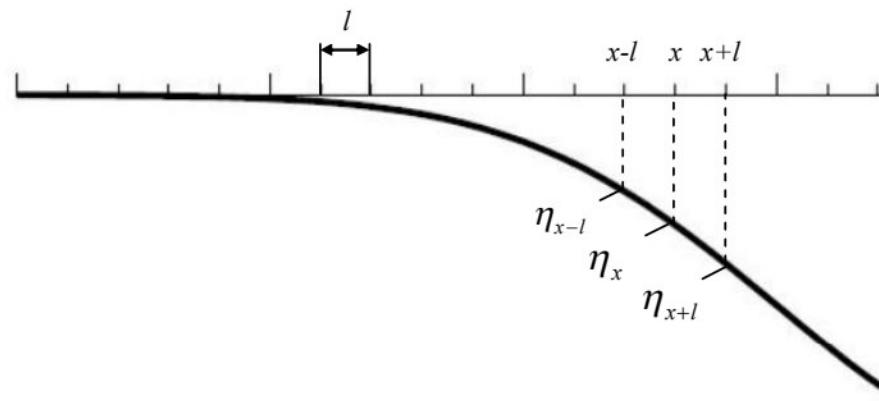


Рис.5. Определение кривизны по оседаниям деформационных реперов

Выделим два произвольных интервала длиной l : $x..(x-l)$, и $x..(x+l)$. Осадания на этих интервалах равны: η_{x-l} , η_x , η_{x+l} . Отсюда наклоны определяются из выражений:

$$i_{x-l..x} = \frac{\eta_x - \eta_{x-l}}{l};$$

$$i_{x..x+l} = \frac{\eta_{x+l} - \eta_x}{l}.$$

Кривизна в точке x составит:

$$K_x = \frac{i_{x..x+l} - i_{x-l..x}}{l} = \frac{\eta_{x+l} - 2 \cdot \eta_x + \eta_{x-l}}{l^2}. \quad (7)$$

Принимая во внимание (1) и (7) можно написать:

$$K_x = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot \left(e^{-\frac{(x+l)^2}{2i_x^2}} - 2 \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} + e^{-\frac{(x-l)^2}{2i_x^2}} \right); \quad (8)$$

$$K_x = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot \left(e^{-\frac{x^2+2xl+l^2}{2i_x^2}} - 2 \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} + e^{-\frac{x^2-2xl+l^2}{2i_x^2}} \right);$$

$$K_x = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{-\frac{2xl+l^2}{2i_x^2}} + e^{-\frac{-2xl+l^2}{2i_x^2}} - 2 \right)$$

$$K_x = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{\frac{xl}{i_x^2}} + e^{\frac{-xl}{i_x^2}} \right) - 2 \right). \quad (9)$$

Выражение (9) является функциональной зависимостью кривизны в произвольной точке поперечного сечения мульды от длины интервала между реперами в профильной линии. Ранее было показано, что наибольшие значения кривизна принимает в точках $x=0$ и $x=\pm i_x \sqrt{3}$.

После подстановки в (9) $x=0$ получим:

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

$$K_{x=0} = 2 \frac{\eta_0}{l^2} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} - 1 \right). \quad (10)$$

Выражение (10) показывает зависимость значения кривизны в точке $x = 0$ от длины интервала между реперами. В точках $x = \pm i_x \sqrt{3}$ согласно (9) кривизна определится из выражения:

$$K_{x=\pm i_x \sqrt{3}} = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot e^{-\frac{(\pm i_x \sqrt{3})^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{\frac{(\pm i_x \sqrt{3})l}{i_x^2}} + e^{\frac{(-i_x \sqrt{3})l}{i_x^2}} \right) - 2 \right);$$

$$K_{x=\pm i_x \sqrt{3}} = \frac{\eta_0}{l^2} \cdot e^{-1.5} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{\frac{l\sqrt{3}}{i_x}} + e^{\frac{-l\sqrt{3}}{i_x}} \right) - 2 \right). \quad (11)$$

В результате получены уравнения (10) и (11), в которых кривизна функционально зависит от длины интервала между реперами. Совмещённые графики зависимости кривизны от l в точках $x = 0$ и $x = \pm i_x \sqrt{3}$ (выражения (10), (11)) с графиками зависимости кривизны от i_x в тех же точках (выражения (4), (5)) приведены на рис.6.

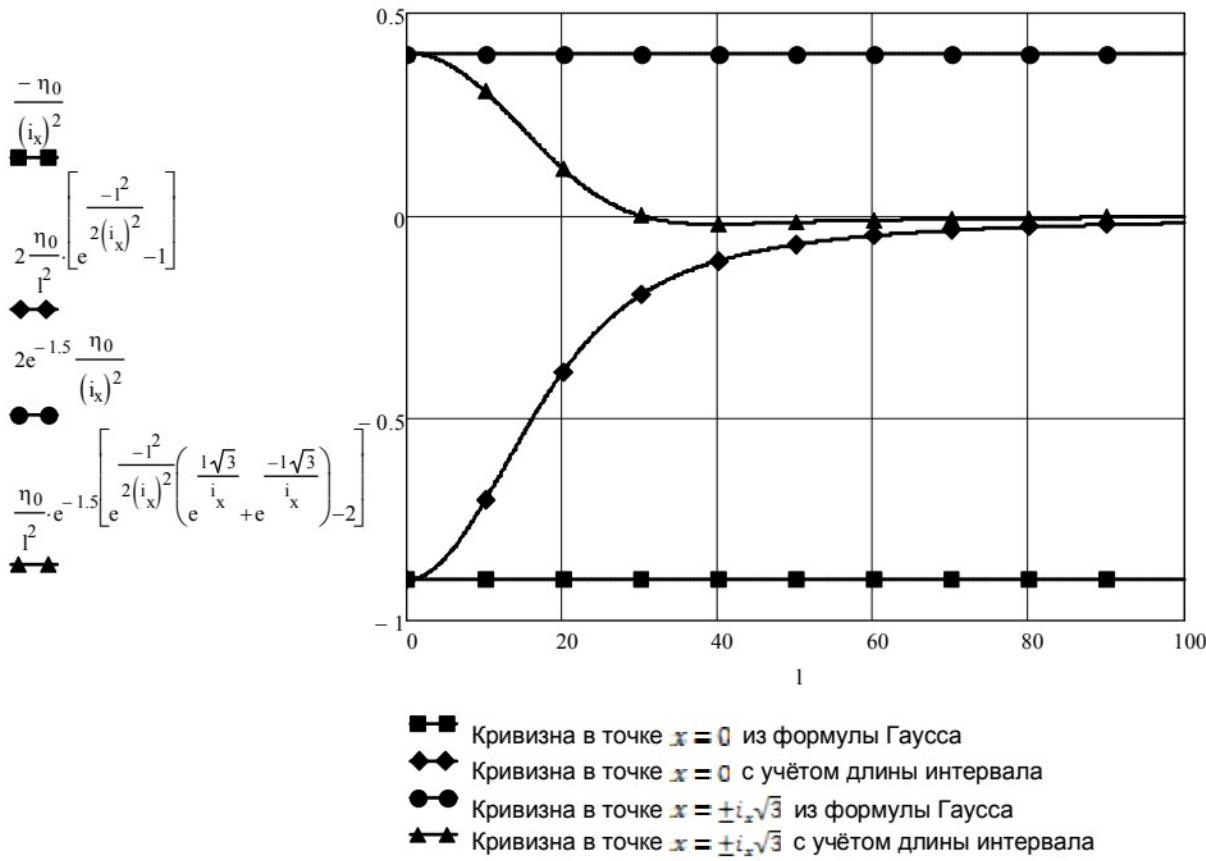


Рис.6. Графики кривизны в точках $x=0$ и $x=\pm i_x \sqrt{3}$ при $i_x=10$ м и $\eta_0=90$ мм

Из графиков видно, что чем меньше длина интервала l , тем ближе получаемое значение кривизны к истинному её значению. При увеличении длины интервала, в приведённом примере (рис. 6) от 50 м и более, значение кривизны изменяется мало, в пределе приближаясь к нулю. Отсюда следует, что для определённых $i_x = 0.5z_0$ (z_0 - глубина оси тоннеля) существует участок на графике, на котором значения кривизны, в зависимости от длины интервала между реперами, изменяются от истинного её значения до близкого к нулю. Выделенный участок является актуальным с точки зрения определения в его пределах оптимальной длины интервала между реперами при планировании закладки профильных линий над строящимся на некоторой глубине z_0 тоннелем.

Для перехода от кривизны, получаемой по профильным линиям при различной длине интервалов, к истинным значениям, найдем отношение значений

кривизны, выраженной через длины интервалов, к кривизне, получаемой из формулы Гаусса.

Для точки $x=0$, используя (4) и (10), это отношение будет следующим:

$$\frac{K_{x=0}^l}{K_{x=0}^{\Gamma}} = \frac{2 \frac{\eta_0}{l^2} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} - 1 \right)}{-\frac{\eta_0}{i_x^2}}. \quad (12)$$

В точках $x = \pm i_x \sqrt{3}$, используя (5) и (11), это отношение примет такой вид:

$$\frac{K_{x=\pm i_x \sqrt{3}}^l}{K_{x=\pm i_x \sqrt{3}}^{\Gamma}} = \frac{\frac{\eta_0}{l^2} \cdot e^{-1.5} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{\frac{l\sqrt{3}}{i_x}} + e^{\frac{-l\sqrt{3}}{i_x}} \right) - 2 \right)}{2 \cdot e^{-1.5} \cdot \frac{\eta_0}{i_x^2}};$$

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

$$\frac{K_x^l}{K_{x=\pm i_x \sqrt{3}}^{\Gamma}} = \frac{i_x^2}{2l^2} \cdot \left(e^{-\frac{l^2}{2i_x^2}} \cdot \left(e^{\frac{l\sqrt{3}}{i_x}} + e^{\frac{-l\sqrt{3}}{i_x}} \right) - 2 \right). \quad (13)$$

Полученные выражения (12) и (13) функционально зависят от отношения l/i_x , то есть от интервала между реперами, на котором получена кривизна,

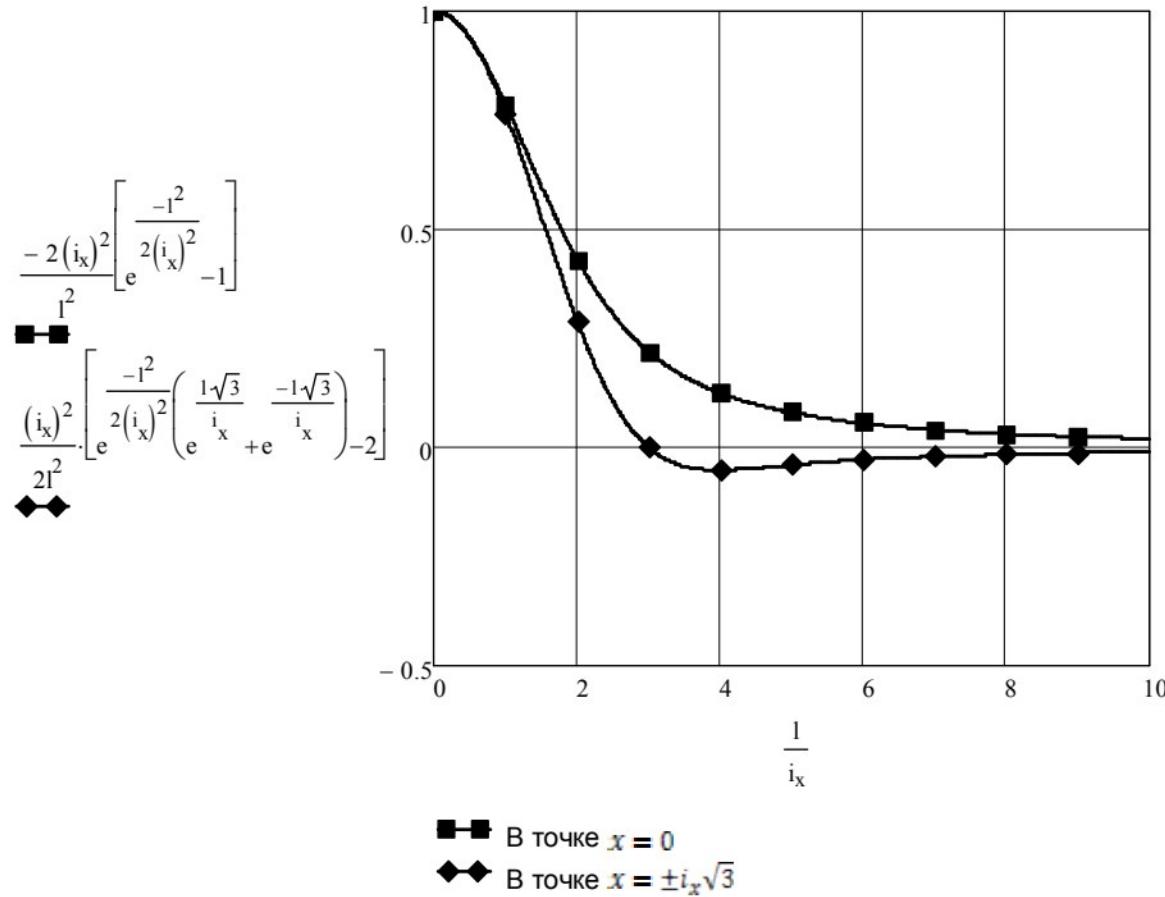


Рис.7. Отношение значений кривизны, выраженной через длины интервалов, к кривизне, полученной из формулы Гаусса, в точках $x=0$ и $x=\pm i_x \sqrt{3}$ в зависимости от расстояния между реперами, выраженного в единицах параметра ширины мульды i_x

Поскольку кривизна, получаемая из натурных наблюдений, зависит от интервала между реперами (см. формулу (7)), то для сопоставления между собой значений кривизны, полученных по различным профильным линиям с различными интервалами между реперами, необходимо приведение таких значений кривизны к её истинным значениям, пользуясь полученными выражениями (12) и (13).

Литература

- Peck R. B. Deep excavations and tunneling in soft ground. Pages 225 – 290 of: Proc. of the 7th int. Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. State of the art

выраженного в единицах параметра, характеризующего расстояние от середины мульды до её перегиба (рис.2). Графики зависимостей (12) и (13) от l/i_x показаны на рис. 7.

volume. Sociedad Mexicana de Mecanica de Suelos, A. C., 1969.

2. O'Reilly M. P., New B. M. Settlements above tunnels in the united kingdom – their magnitude and prediction. Pages 55 – 64 of: Tunnelling 82. The Institution of Mining and Metallurgy, London, 1982.

3. Rankin, W. J. Ground movements resulting from urban tunnelling: predictions and effects. Pages 79 – 92 of: Engineering geology of underground movements. The Geological Society, London, 1988.

4. Kimura T., Mair R. J. Centrifugal testing of model tunnels in soft clay. Pages 319 – 322 of: Proc. 10th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Eng., vol. 1. Balkema, Rotterdam, 1981.

Алексей Евгеньевич Журавлёв, главный маркшейдер ООО «Струйные технологии и строительство - СТиС», Санкт-Петербург; тел. (812) 766-4854, E-mail: zhuravlev@stis.com.ru;

Владимир Николаевич Гусев, д.т.н., профессор, зав. кафедрой маркшейдерского дела, Национальный минерально-сырьевый университет «Горный», Санкт-Петербург; тел. (812) 328-82-59, E-mail: kmd@sptmi.ru

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

УДК 550.311; 622.276

Ю.О.Кузьмин

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ РСА ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (УВ)

Обсуждаются проблемы идентификации истинных смещений земной поверхности, получаемых в результате применения метода РСА интерферометрии при мониторинге деформационных процессов на месторождениях УВ. Показано, что автономное использование результатов радарных измерений приводит к существенному искажению результатов измерений. Обоснована необходимость редукции наблюдаемых радарным методом значений «наклонной дальности видения спутника» с позиции учета соотношения вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности на основе базового уравнения РСА интерферометрии. Рассмотрены различные подходы к установлению истинных величин полного вектора смещений земной поверхности по интерферометрическим данным и предложен гибридный метод анализа результатов, учитывающий данные математического моделирования и результаты специально организованной системы геодезических наблюдений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РСА интерферометрия; моделирование вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности; «наклонная дальность видения спутника»; мониторинг деформационных процессов на месторождениях УВ.



В последние годы большое внимание при мониторинге деформационных процессов на месторождениях углеводородного сырья (УВ) стали уделять использованию метода спутниковых съемок радарами с синтезированной апертурой (РСА интерферометрия или SAR по зарубежной терминологии). К настоящему времени выполнены исследования деформации земной поверхности этим методом на целом ряде нефтяных и газовых месторождений [1, 3, 5, 7, 13, 18]. В этих работах справедливо подчеркивается, что главными достоинствами метода являются возможность площадного охвата всей территории месторождения и относительно (по сравнению с традиционными методами) небольшие затраты на выполнение работ.

Вместе с тем, применение этого метода сопряжено с некоторыми проблемами идентификации (выявления) истинных смещений земной поверхности, поскольку сам принцип спутниковой интерферометрии относит этот метод к категории косвенных (не прямых). Как известно из метрологии [16], косвенные методы отличаются тем, что определение искомой величины достигается математическими преобразованиями исходных измерительных параметров.

Анализ имеющихся публикаций (отечественных и англоязычных) показывает, что вопрос о выявлении истинных значений компонент (X , Y , Z) полного вектора смещений земной поверхности по данным РСА интерферометрии освещен крайне скучно. Физический анализ измерения кинематики земной поверхности с позиций теории радиолокационного зондирования земной поверхности методом спутниковой радарной интерферометрии приведен только в англоязычной монографии Р.Ф. Хансена [17].

Все остальные публикации по теории метода, включая известную переводную монографию У.Г. Рисса [12], которая в оригинальном издании имеет название «Physical Principles of Remote Sensing» (Физические Основы Дистанционного Зондирования), а также недавно вышедшую монографию

А.И.Захарова, О.И.Яковleva, В.М.Смирнова [4], направлены на физико-математический анализ процедуры обработки данных и теорию формирования радиолокационных сигналов в зависимости от способа локации и условий отражения (рассеивания) их земной поверхностью.

В этой связи, в данной статье приведен подробный анализ этой проблемы и показаны ограничения, которые накладывает метод Радаров с Синтезированной Апертурой (РСА интерферометрии) на наблюдавшиеся параметры истинных смещений земной поверхности.

Известно, что данные РСА интерферометрии позволяют определять смещения в направлении на спутник LOS (от англ. line-of-sight – направление видения спутника) относительно выбранного в качестве точки отсчета радарного изображения. Аналогичным образом проводятся и оценки средних скоростей смещений для каждой отражающей площадки, рассчитываемые для заданных интервалов времени.

Поэтому, определение полного вектора смещений в форме трех составляющих: например, вверх (up), на север (n) и на восток (e) в рамках только РСА интерферометрии (без дополнительных данных) принципиально невозможно. Иными словами, имеет место ситуация, когда при одном известном значении (величины LOS-смещения) необходимо определить три неизвестные компоненты полного вектора смещений поверхности. В математике такие методы не известны.

Даже, если при анализе используются данные с двух треков, нисходящего и восходящего, для которых можно получить значения смещений для проекции вектора смещений на два различных направления, то и в этом случае задача не решается, т.к. по двум известным величинам необходимо определить три неизвестных компоненты полного вектора смещений.

В СТО ОАО «Газпром» 2-3.1-439-2010 «Методика проведения космического мониторинга состояния территорий горных отводов для обеспечения промышленной безопасности при добыче и хранении нефти и газа» для этих целей предлагается (стр.36,

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

раздел Д.4 «Расчет вертикальных и горизонтальных составляющих смещений земной поверхности») следующее: «Фактически переход от смещений в направлении луча радара к смещениям вертикальным и горизонтальным осуществляется расчетным путем за счет умножения результирующего поля смещений на косинус либо синус угла съемки соответственно». Однако это приводит к очень сильному (порой принципиальному) искажению результатов определения истинных значений векторов смещения земной поверхности.

Как известно [17], вектор смещений (или вектор средней скорости смещений) имеет три компоненты

(d_{up}, d_n, d_e) в направлениях (положительных) соответственно вверх (up), на север (n) и на восток (e). Тогда смещение в направлении LOS равно:

$$d_{LOS} = -\lambda \cdot \Delta \varphi / 4\pi = d_{up} \cos \theta - \\ - \sin \theta \cdot [d_n \cos \beta + d_e \sin \beta], \quad (1)$$

где d_{LOS} - смещение в направлении на спутник, λ - длина электромагнитной волны, излучаемой спутником, $\Delta\varphi$ - фазовый сдвиг, $\theta=\theta_{inc}$ - угол видения, $\beta=\alpha_h-3\pi/2$ - азимут направления видения, α_h - азимут орбиты спутника, который отсчитывается от направления на север по часовой стрелке (рис.1).

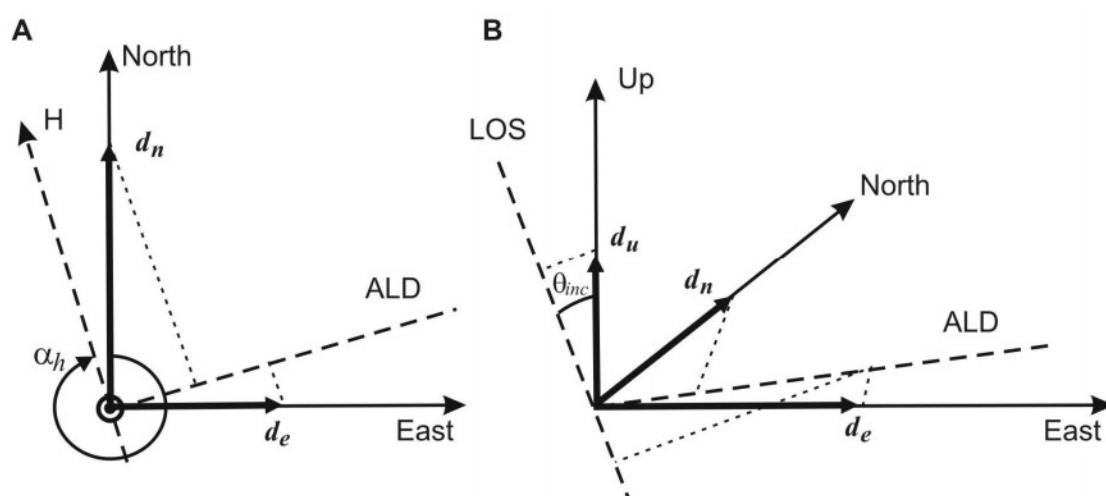


Рис. 1. Распределение компонент вектора смещений в направлении вверх, на север и на восток (d_{up}, d_n, d_e). А – плоская картина (вид сверху), α_h - азимут орбиты спутника, который отсчитывается от направления на север по часовой стрелке, азимут направления видения $\beta=\alpha_h-3\pi/2$. В – трехмерная картина, $\theta=\theta_{inc}$ - угол видения

Анализ уравнения (1) показывает, что даже в отсутствии горизонтальных смещений, когда $d_n=d_e=0$, то d_{LOS} - смещение в направлении на спутник не будет равно вертикальному смещению d_{up} . Равенство «наклонного смещения» вертикальному возможно только, когда $\theta=\theta_{inc}$ (угол видения) будет равен нулю, что практически недостижимо в методе РСА интерферометрии.

Для перехода к практическим примерам необходимо рассмотреть детализацию уравнения (1) применительно к данным, полученным с конкретных спутников.

Так, например, для нисходящего трека спутника ENVISAT имеем: $\theta=23^\circ$, $\alpha_h=194.4^\circ$, следовательно, $\beta=284.4^\circ$. Для восходящего трека спутника ENVISAT: $\theta=23^\circ$, $\alpha_h=345.6^\circ$, следовательно, $\beta=75.6^\circ$.

Отсюда, вычисляя значения радианной меры углов с точностью до одной десятой, можно найти:

$$d_{LOS}=0.9 \times d_{up}-0.01 \times d_n \pm 0.4 d_e. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что вертикальная компонента существенно преобладает над смещениями на север, но вклад смещений на восток довольно значителен. При этом знак плюс соответствует нисходящему треку, в минус – восходящему, соответственно.

Таким образом, в общем случае пренебрегать вкладом горизонтальных смещений и считать, что регистрируется в основном вертикальная компонента нельзя. Это с очевидностью следует из формул (1) и (2). Здесь необходимо отметить ошибочную формулировку, которая дана в СТО ОАО «Газпром» 2-3.1-439-2010, где предлагается для перехода от значений d_{LOS} к горизонтальным и вертикальным смещениям применять операцию умножения на соответствующую тригонометрическую функцию (синус или косинус) результирующего поля смещений (см. приведенную выше цитату). Как видно из формул (1, 2) для этого необходимо применять операцию деления!!!

В связи с этим, вопрос восстановления истинных компонент смещений земной поверхности в существенной мере зависит от соотношения вертикальных и горизонтальных компонент смещений в каждой точке исследуемой поверхности.

Как известно на разрабатываемых месторождениях УВ существуют две основные формы проявления деформаций земной поверхности: обширные просадки территории месторождения (или в маркшейдерской терминологии мульда сдвижений) и локальные просадки, обусловленные активизацией разломных зон в процессе разработки [8, 9].

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

В геолого-геофизической, геодинамической и геомеханической практике в качестве модельных аналогов объемных моделей разрабатываемого пласта и разломной зоны, как правило, используются горизонтальная и вертикальная прямоугольная призма, соответственно.

Следует отметить, что в обстоятельной, но местами профессионально сомнительной статье [11] утверждается, что «Расчет прогнозных величин горизонтальных сдвигений земной поверхности в условиях разработки месторождений углеводородного сырья не производится (ввиду малых величин оседания земной поверхности и отсутствия формул для расчета для условий нефтегазодобычи)». Там же утверждается (см. примечание 10), что «...модели, как правило, рассматриваются двухмерные (плоские)». Это абсолютно неверные утверждения. Практически

во всех работах, в которых использованы аналитические, а тем более численные модели механики деформируемых сред применительно к данной проблеме [6, 8, 14], рассматриваются объемные источники. Кроме того, выходные параметры результатов математического моделирования имеют тензорную форму, следовательно, позволяют рассчитывать вертикальные и горизонтальные смещения поверхности, относительные деформации, изгибы и наклоны.

В работе [6] подробно описаны аналитические модели распределения вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности в окрестности объемных источников различной (включая прямоугольную) формы, которые являются модельными аналогами рассмотренных выше деформационных процессов, обусловленных процессами разработки.

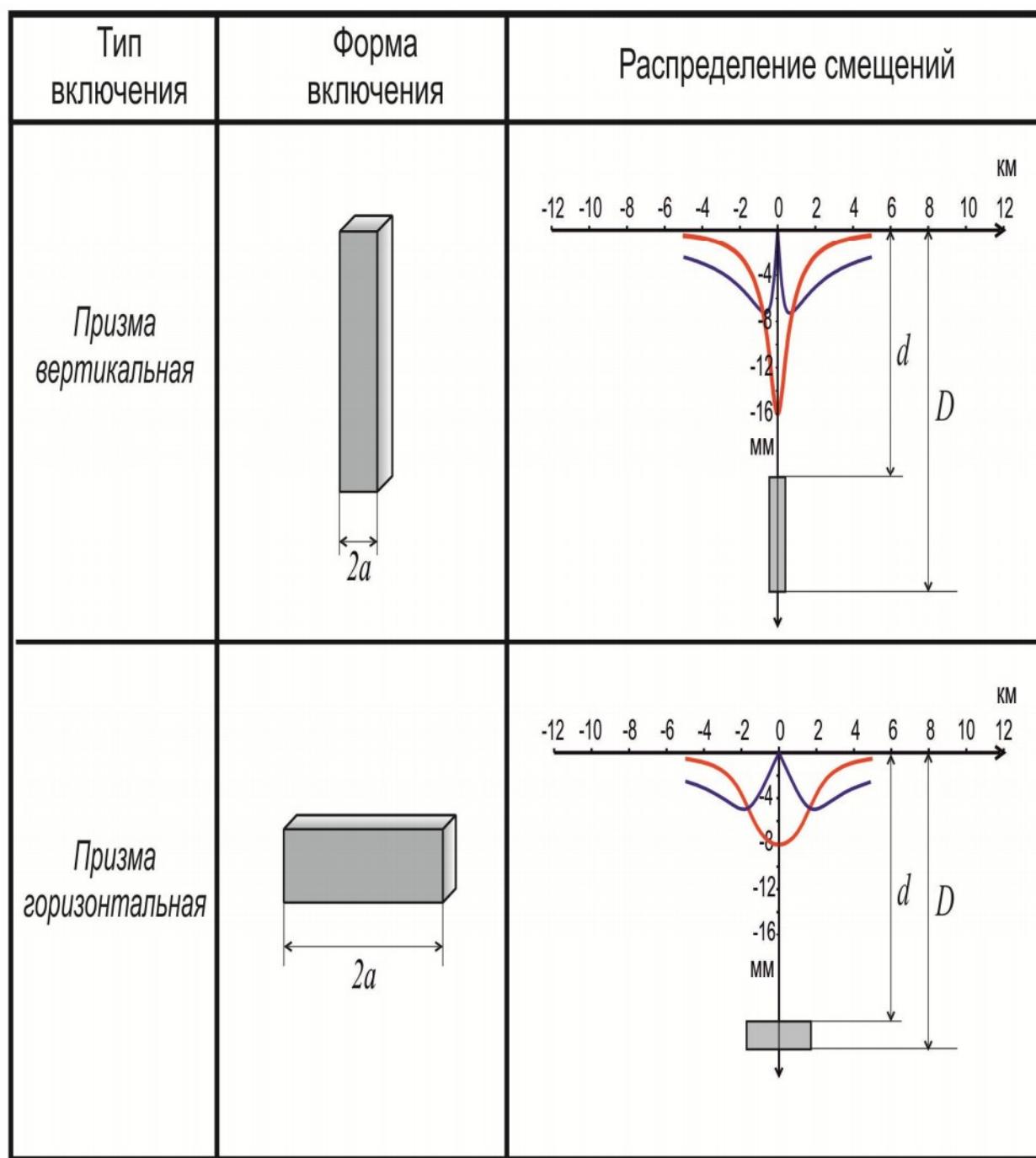


Рис.2. Распределение расчетных вертикальных (красный цвет) и горизонтальных смещений (синий цвет) вдоль профилей, пересекающих вертикальный разлом и протяженный пласт

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Поскольку наглядное графическое сопоставление площадных распределений вертикальных и горизонтальных смещений в единой масштабной реализации трудно осуществимо, то на рис. 2 представлены результаты «профильного» варианта этих распределений от вертикальной и горизонтальной призм – модельных аналогов разлома и пласта, соответственно. Кроме того, подобное рассмотрение необходимо при прямом сопоставлении данных РСА интерферометрии с результатами полевых наблюдений наземными геодезическими методами.

Из рис.2 видно, что в центральной части объектов вертикальные смещения максимальны, а горизонтальные равны нулю. Подобная ситуация характерна для всех объемных источников аномальных деформаций с различной конфигурацией формы (сфера, горизонтальный, вертикальный, круговой, эллиптический цилиндр, замкнутые дайки, лакколиты, силлы и др.). Различие заключается лишь в соотношении величин амплитуд вертикальных и горизонтальных смещений и особенностями его затухания с расстоянием [8, 15].

Для рассматриваемой проблемы существенно важно то, что в центральной части объекта вертикальная компонента всегда существенно больше горизонтальной, а вблизи его границ, напротив, горизонтальная компонента начинает сравниваться, а затем и превалирует над вертикальной. В этой ситуации, в соответствии с формулами (1, 2), величина распределения d_{LOS} вдоль профиля, пересекающего активизированный разлом и/или разрабатываемое месторождение, будет существенно отличаться от симметричных кривых вертикальных смещений.

Следует подчеркнуть, что величины в распределениях горизонтальных смещений вдоль профиля, изображенные на рис.2, представлены «по модулю», т.е. без векторной ориентировки. В этом смысле с вертикальными смещениями проблем нет, т.к. оседания целиком расположены в отрицательной части оси ординат и их распределение носит осесимметричный характер. Если же использовать векторное изображение горизонтальных смещений и использовать тот факт, что смещения, например, на север (N) и восток (E) положительны, а на запад (W) и юг (S) – отрицательны, то их распределение по профилю будет иметь асимметричный характер.

На рис. 3 представлен расчет распределения вертикальных и горизонтальных смещений от модели горизонтального пласта (горизонтальной призмы), в котором учитываются отмеченные выше соображения.

Как видно из графика, в восточной части профиля кривая d_{LOS} будет лежать выше (для нисходящего трека), чем кривая вертикальных смещений, а в западной части наоборот. Для восходящего трека ситуация будет зеркально обратной.

Второй формой аномальных геодеформационных процессов, которые возникают при разработке месторождений УВ, являются локальные просадки земной поверхности в зонах разломов. На рис. 4

представлены модельные результаты сопоставления распределения вертикальных смещений земной поверхности и d_{LOS} вкрест простирации разломной зоны, которая простирается в меридиональном направлении, для случая использования материалов ENVISAT.

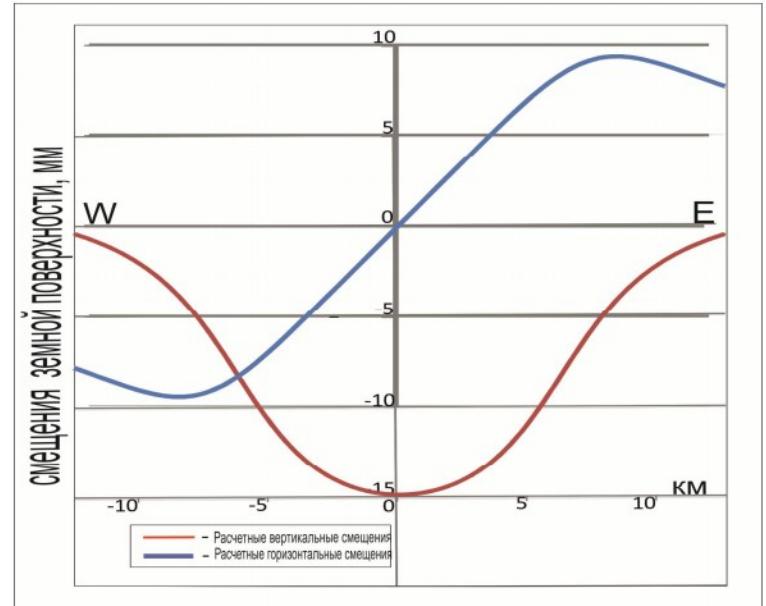


Рис.3. Расчетные распределения вертикальных и горизонтальных смещений с учетом векторного отображения последних

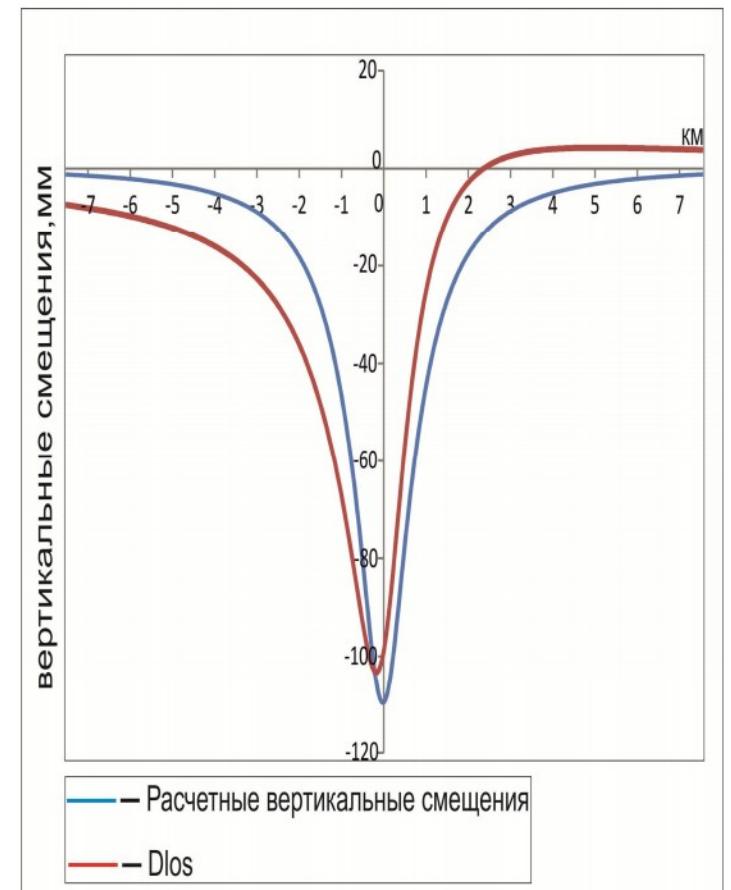


Рис. 4. Сопоставление распределения расчетных вертикальных смещений и d_{LOS} по профилю, пересекающему разломную зону

Видно, что и в этом случае амплитуда расчетных вертикальных смещений больше, чем d_{LOS} . Кроме того, отмечается смещение максимумов, а кривые затухания вертикальных смещений и d_{LOS} попеременно

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

превалируют друг над другом. При этом, отчетливо видно, что в правой части графика по данным PCA интерферометрии наблюдается небольшое поднятие поверхности (начиная со второго километра), которое остается значимым и в зоне, где вертикальные смещения устремляются к нулю. Подробное рассмотрение показывает, что кривая d_{LOS} пересекает нулевую ординату между вторым и третьим километром профиля, а вертикальные смещения достигают нуля в области восьмого километра. Смещение «нулевых» точек, таким образом, составляет в данном примере порядка пяти километров. В тоже время, левая часть графика показывает, что в районе седьмого километра профиля вертикальные смещения близки к нулю, а данные «вертикальных» смещений, полученные по значениям d_{LOS} , фиксируют уверенное оседание поверхности порядка 1 см.

С целью проверки выявленных закономерностей ниже приведены результаты прямого сопоставления данных о смещениях земной поверхности, полученных методом повторного нивелирования и PCA интерферометрии на конкретных месторождениях УВ.

Сопоставление результатов измерения вертикальных смещений земной поверхности методами повторного нивелирования и PCA интерферометрии на Астраханском и Гронингенском газовых месторождениях

В работе [7] приведены результаты PCA интерферометрии на Астраханском газоконденсатном месторождении (АГКМ). Для интерферометрического анализа были использованы 14 радарных сцен 321 трека ENVISAT, которые охватывали период с октября 2003 по декабрь 2008 гг.

Было проведено сравнительное сопоставление данных PCA интерферометрии с материалами повторных нивелирных наблюдений II класса. На рис.5 (верхний график) представлен совмещенный график центральной части оседания земной поверхности вдоль профиля от репера 5 до репера 9, взятый из рис.4 статьи [7]. В нижней части рисунка показаны результаты модельных оценок по формуле (2), проведенных для условий АГКМ, которые приведены в [6].

Как видно, кривая смещений по данным PCA интерферометрии носит явно выраженный асимметричный характер. Ее амплитуда имеет меньшее значение, а максимум оседания смещен на 2.5 км относительно максимума, полученного по данным нивелирования. Кроме того, в восточной части профиля кривая d_{LOS} проходит над кривой вертикальных смещений, а в западной части наоборот. При этом нижний модельный график на рис.5, который построен по формуле (2) с редукцией на реальное расположение наблюдаемого профиля, практически полностью совпадает с результатами измерений. В данном случае пришлось нарушить единообразие цвета кривых смещений. Учитывая цветовую гамму, которая использовалась в работе [7], на нижнем графике рис.4 вертикальные смещения отмечены синим цветом, в отличие от рис.2, 3, где аналогичные смещения показаны красным цветом.

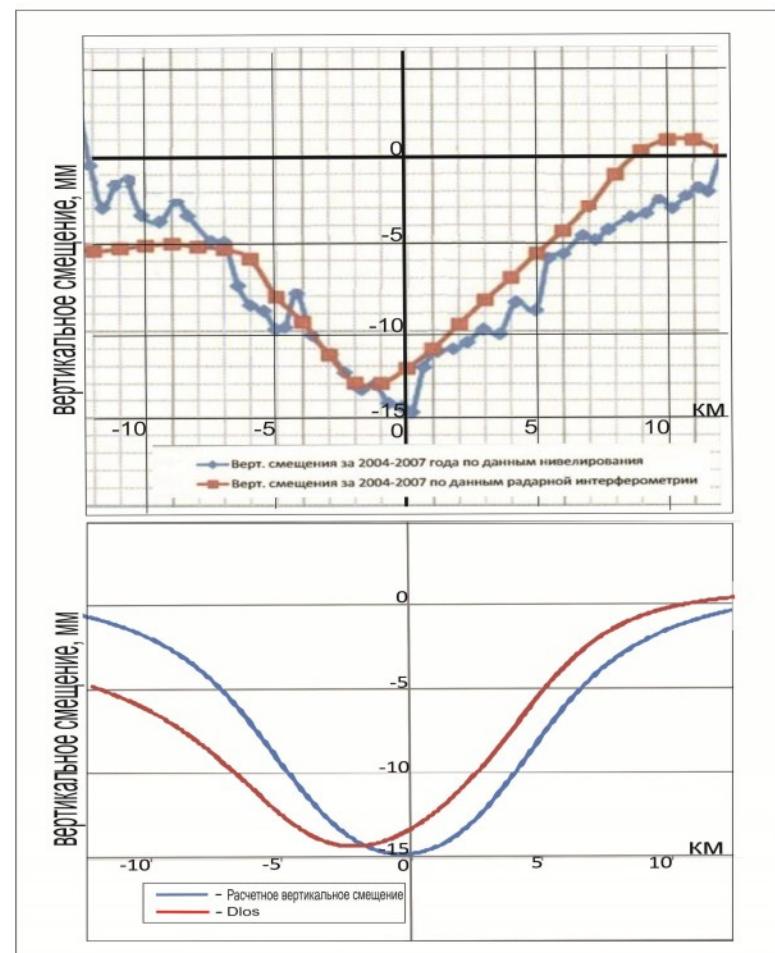


Рис. 5. Сопоставление результатов измерения вертикальных смещений земной поверхности по данным повторного нивелирования и PCA интерферометрии на Астраханском газоконденсатном месторождении



Рис. 6. Сопоставление результатов измерения вертикальных смещений земной поверхности по данным повторного нивелирования и PCA интерферометрии на Гронингенском газовом месторождении

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

На рис.6 показаны результаты сопоставления нивелирных и данных РСА интерферометрии на Гронингенском газовом месторождении (Нидерланды) [18] за период 2003-2007 гг. Точность нивелирных данных соответствует точности нивелирования I класса в Российской метрологической системе по грешностей геодезических измерений. Для целей РСА интерферометрии использовались материалы 380 трека ENVISAT.

Как следует из рисунка, и в этом случае максимумы оседаний по нивелировке смешены относительно максимума просадок по радарным данным. Кроме того, в левой части графиков кривая нивелирования расположена ниже кривой оседания по данным РСА интерферометрии, а в правой части наоборот.

Отличие от данных по АГКМ заключается только в знаке смещения (влево или вправо) максимумов кривых и характере превалирования одних кривых затухания (например, нивелирных) над другими, что обусловлено особенностями конфигурации месторождения и ориентировкой нивелирного профиля.

Обсуждение результатов

Проведенное выше рассмотрение физических закономерностей формирования картины смещений земной поверхности по данным РСА интерферометрии показывает, что этот метод приводит к принципиальному искажению результатов измерений. Так, например, при изучении обширных просадок территории месторождения на разрабатываемых месторождениях УВ существенно искажается информация об истинной амплитуде оседания и местонахождения области локализации максимальных деформаций. Следовательно, не исключено, что угрожающий вывод о том, что мульда оседания на Тенгизском месторождении достигла берега Каспийского моря [3] может оказаться следствием сдвига максимума кривой, как это произошло на Астраханском месторождении (рис.4). Необходимо провести редукцию данных радарной интерферометрии по формуле (1) либо путем использования данных о вертикальных и горизонтальных смещениях земной поверхности, полученных с помощью высокоточного повторного нивелирования и ГНСС – мониторинга, которые проводятся на месторождении с 1989 г., либо проведя тщательное математическое моделирование по оценке соотношения вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности.

Еще более удручающая ситуация складывается при использовании РСА интерферометрии для анализа деформационной активизации разломных зон. Из рис.4 следует, что разлом в форме вертикального раздвига (по морфолого-генетической классификации разломов М.В.Гзовского) будет отображен в данных радарной интерферометрии, как взброс или сброс в зависимости от характера взаимного расположения лежачего и висячего крыла разлома. Естественно, что подобная ситуация приведет к абсолютно неверной оценке напряженно-деформированного состояния разломной зоны, которая проводится в рамках реше-

ния обратной задачи современной геодинамики разломов [8].

Для выявления истинных смещений земной поверхности по данным РСА интерферометрии возможны три подхода.

1. Моделирование

Впервые, насколько известно автору, проблема искажения истинных смещений земной поверхности, возникающей при использовании методов РСА интерферометрии, была затронута в монографии [16]. В этой работе, посвященной мониторингу деформаций в вулканических областях, показана асимметрия пространственного распределения d_{Los} от модели сферического источника, расширяющегося на глубине. Причем отмечена зеркальная несимметричность распределения «вертикальных» смещений поверхности для условий восходящего и нисходящего треков. Для установления истинных смещений поверхности предлагаются использование модельного расчета для введения соответствующих поправок в результаты интерферометрических наблюдений.

Аналогичная работа недавно выполнена группой специалистов из Института Физики Земли РАН [10], в которой предложена методика восстановления истинных смещений путем решения обратной задачи: определение неизвестных параметров выбранной модели так, чтобы расчетные данные наилучшим образом (в заданной метрике) согласовались с данными натурных наблюдений.

Следует отметить, что данный подход является эффективным только в том случае, когда известны априорные (до проведения измерений) сведения о доминирующем механизме деформирования земной поверхности: объемная деформация вулкана, большие сдвиговые деформации земной поверхности в очагах сильных произошедших землетрясений, интенсивная динамика оползневых процессов с известной плоскостью скольжения [2] и т.п.

Деформации земной поверхности в условиях разрабатываемых месторождений УВ – многофакторное явление. Они формируются совокупностью природных (деформационная и сейсмическая активность разломов, экзогенные геологические процессы, включая геокриологию и т.д.) и техногенных факторов (добыча УВ, сопровождающаяся падением или повышением пластового давления). Кроме того, детальность входных параметров модели зачастую оставляет желать лучшего. Особенно это характерно для физико-механических характеристик (особенно пористость и сжимаемость) пластов-коллекторов, которые необходимо редуцировать с учетом условий их естественного залегания. Все это существенно снижает возможности использование метода моделирования, как самостоятельного инструмента восстановление истинных смещений земной поверхности, получаемых по данным РСА интерферометрии.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

2. Использование данных геодезических наблюдений

Анализ соотношения (1) показывает, что для установления полного вектора смещений достаточно использовать либо данные по повторным ГНСС наблюдениям (горизонтальные смещения поверхности), либо по повторным нивелированиям (вертикальные смещения).

По существу данный подход может быть реализован, если последовательно выполнять требования, изложенные в упомянутом выше СТО ОАО «Газпром». В этом документе предложено, при выполнении мониторинга, дополнять метод РСА интерферометрии данными по повторным ГНСС и нивелирным измерениям.

Однако, с сожалением приходится констатировать, что даже после того, как СТО ОАО «Газпром» вступил в силу, появляются публикации (например, [3]) в которых, по прежнему, метод РСА интерферометрии используется автономно, без привлечения данных наземных методов. Более того, в появившемся недавно (сентябрь 2013 г.) запросе предложений на «Услуги по мониторингу за геомеханическими, геодинамическими и геокриологическими процессами на Заполярном НГКМ (работы на геодинамическом полигоне)» в Техническом задании заказчика (ООО «Газпром добыча Ямбург») целью работ является «....оценка деформированного состояния земной поверхности и промышленных сооружений методом радарной интерферометрии территории Заполярного нефтегазоконденсатного месторождения».

Эти действия во многом понятны, поскольку комплексирование радарных данных с наземными наблюдениями в соответствии с СТО приведет к необходимости строительства наземных пунктов для проведения ГНСС и нивелирования, а также установку углковых отражателей. А это существенно снижает одно из главных конкурентных преимуществ радарного метода по сравнению с традиционными – отсутствие полевых наблюдений и, как следствие, значительное понижение стоимости работ. Вместе с тем, как было показано, автономное использование метода радарной интерферометрии приводит к существенным искажениям истинной картины смещений земной поверхности, а это может привести к обесцениванию главного достоинства этого метода – площадного покрытия объекта наблюдений.

Кроме того, применение данного подхода затрудняется двумя существенными обстоятельствами. Во-первых, пункты повторных геодезических наблюдений редко совпадают с положением устойчивых отражателей, найденных по данным спутниковой интерферометрии, которые трудно определить заранее. Неясно, будет ли выступать в качестве устойчивого отражателя тот или иной участок земной поверхности, объект инфраструктуры или одиночное строение. Гарантировать получение устойчивого отражения в заданной точке можно только путем установки в ней углкового отражателя.

Во-вторых, чрезвычайно важно иметь ввиду, что число устойчиво отражающих площадок в районе промышленных объектов с развитой инфраструктурой

вой в тысячи и более раз превосходит число наземных геодезических пунктов. В этой связи понятно, что с помощью, например, данных спутниковой геодезии можно перевести в значения вертикальных смещений только малую часть смещений, определенных в точках устойчивых отражателей.

Тем не менее, комплексирование методов, обладающих различной пространственно-временной детальностью, является, безусловно, перспективным направлением.

3. Гибридный подход

Для учета недостатков, присущих обоим из рассмотренных выше подходов, автором предлагается гибридный метод, который сводится к совместному использованию результатов математического моделирования и данных комплексного мониторинга наземных и спутниковых систем. При этом предлагается систему наземных наблюдений (ГНСС и нивелирование) организовывать с учетом соотношения горизонтальных и вертикальных смещений земной поверхности по всей площади месторождения. Так, предлагается в местах интенсивной добычи сосредотачивать нивелирные измерения, а на периферии активного недропользования использовать ГНСС наблюдения. В зонах активных разломов целесообразно совмещать ГНСС и нивелирование. Это позволит провести оценку истинных смещений земной поверхности в фиксированных точках, которая будет являться как входной информацией для математического моделирования и построения поля вертикальных и горизонтальных смещений по всей территории месторождения, так и тестом адекватности применяемых моделей. На финальной стадии проводится редукция данных в измеренном методом РСА интерферометрии площадном распределении d_{LOS} с последующим вычислением всех компонент полного вектора смещений земной поверхности. Таким образом, удается, используя главное преимущество РСА интерферометрии – площадной охват всего месторождения, выявлять истинные смещения земной поверхности и существенно минимизировать наземную систему наблюдательных пунктов.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ проблемы идентификации истинных смещений земной поверхности получаемых по результатам РСА интерферометрии позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Автономное использование интерферометрических данных приводит к существенным искажениям результатов и невозможно без комплексирования с наземными методами геодезических наблюдений.

2. Выявление истинных смещений земной поверхности только при помощи математического моделирования существенно затрудняется дефицитом необходимых исходных данных и сложностью моделируемого объекта.

3. Предложен гибридный метод анализа результатов наблюдений, получаемых с помощью РСА интерферометрии и организации системы мониторинга деформаций, который основан на совместном использовании результатов математического модели-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

рования для установления соотношения вертикальных и горизонтальных смещений и данных полученных оптимизированным комплексом наземных и спутниковых систем геодезических измерений.

Литература

1. Баранов Ю.Б., Кантемиров Ю.И., Кулапов С.М., Горяйнов М.С., Киселевский Е.В., Нохрин В.А. Преимущество космических радарных систем при выполнении маркшейдерских работ на нефтегазовых месторождениях (на примере Южно-Русского месторождения) // Геоматика. № 1 – 2010 – с. 12-14.
2. Дмитриев П.Н., Голубев В.И., Исаев Ю.С., Киселева Е.А., Михайлов В.О., Смольянинова Е.И. Некоторые проблемы обработки и интерпретации данных спутниковой радарной интерферометрии на примере мониторинга оползневых процессов. // «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». т.9 . №2.- 2012. - с. 130-142.
3. Жантаев Ж.Ш., Фремд А.Г., Иванчукова А.В., Калдыбаев А.А., Нуракынов С.М., Кантемиров Ю.И., Никифоров С.Э. Космический радарный мониторинг смещений земной поверхности над нефтегазовым месторождением Тенгиз. // Геоматика. № 1 – 2012 – с. 61 - 71.
4. Захаров А.И., Яковлев О.И., Смирнов В.М. Спутниковый мониторинг Земли: Радиолокационное зондирование поверхности. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». 2013. – 248 с.
5. Кантемиров Ю.И., Баранов Ю.Б., Киселевский Е.В., Билянский В.В., Вергелес С.П., Никифоров С.Э., Грязнов В.Г., Болсуновский М.А. Опыт комплексного мониторинга смещений земной поверхности на разрабатываемых месторождениях углеводородов с помощью геодезических и космических методов. // Геоматика. № 1 – 2009 – с. 71-74.
6. Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». 2007.- 487 с.
7. Кашников Ю.А., Кривенко А.А. Определение оседаний земной поверхности при разработке газоконденсатных месторождений по результатам интерферометри-
- ческой обработки радарных съемок. // Маркшейдерский вестник. №3 – 2009 – с.44 -49.
8. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании. М.: Агентство Экономических Новостей. 1999. - 220 с.
9. Кузьмин Ю.О. Геодинамический риск объектов нефтегазового комплекса //Российская Газовая Энциклопедия, М.: Большая Российская Энциклопедия. 2004.- С.121-124.
10. Михайлов В.О., Киселева Е.А., Дмитриев П.Н., Голубев В.И., Смольянинова Е. И., Тимошкина Е.П. Оценка полного вектора смещений земной поверхности и техногенных объектов по данным радарной спутниковой интерферометрии для областей разработки месторождений нефти и газа. «Геофизические исследования» -2012 - №3, с. 5-17.
11. Никифоров С.Э. Современное состояние вопроса проектирования наблюдательных станций (геодинамических полигонов). // Маркшейдерский вестник. №4 – 2012 – с. 21-31.
12. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования. М.: Техносфера. 2006. – 336 с.
13. Филатов А.В., Евтушкин А.В., Брыксин В.М., Васильев Ю.В., Юрьев М.Л., Белоносов А.Ю. Использование метода интерферометрии устойчивых отражателей при геодинамическом мониторинге Самотлорского месторождения. // Маркшейдерский вестник. №4 – 2012 – с. 57 -62.
14. Черных В.А. Гидрогеомеханика нефтегазодобывающих. М.: ВНИИГАЗ. 2001. – 277 с.
15. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Часть 1. Общая теория измерений. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер. 2010.-192 с.
16. Dzurisin D. Volcano deformation. Geodetic monitoring techniques. Springer. UK. 2007. - 441 pp.
17. Hanssen, R. F. Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis. - Academic Publishers. 2001. – 308 pp.
18. Ketelaar V.B.H. Satellite radar Interferometry. Subsidence monitoring Techniques. Delft University of technology, the Netherlands. 2009. - 241 pp.

Юрий Олегович Кузьмин, д.ф-м.н., профессор, исполнительный директор Института Физики Земли РАН, профессор кафедры Маркшейдерского дела и Геодезии МГГУ,
E-mail: kuzpex@gmail.com

ООО «Союз маркшейдеров России» НОЧУ «ЦДО «Горное образование»
(Лицензия серия А №270805, Регистрационный №024474)

График проведения курсов на 2014 год (72 часа):

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
03.02.2014-12.02.2014		
24.02.2014-05.03.2014*		
31.03.2014-09.04.2014		
26.05.2014-04.06.2014**	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
29.09.2014-08.10.2014***		
20.10.2014-29.10.2014****		
17.11.2014-26.11.2014		

* - курсы повышения квалификации проводятся в г.Тюмени. Слушатели курсов примут участие в работе Научно-практической конференции «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья».

** - курсы повышения квалификации проводятся в г.Кисловодске. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр».

*** - курсы повышения квалификации проводятся в г.Сочи. Слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской конференции «Рациональное и безопасное недропользование».

**** - слушатели курсов примут участие в работе Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии в горном деле, геологическом и маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ» в г. Санкт-Петербурге.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 622:681

И.И.Ерилова

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕРНЕТ - ПРОСТРАНСТВА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НА ПРИМЕРЕ САЙТА «УЧЕБНИК МАРКШЕЙДЕРА И ГЕОДЕЗИСТА»

Приведены краткие характеристики созданного автором справочно-информационного сайта. Перечислены основные учебно-методические материалы, размещённые на сайте. Проанализирована посещаемость и эффективность использования. Приведены некоторые соображения по совершенствованию учебного процесса с применением современных информационных технологий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: учебный процесс; геодезия; маркшейдерия; лекции; интернет-портал; хостинг; сайт.



Очевидно, что суть реформы образования высшей школы в России заключается не в структурных преобразованиях, а в изменении основ и принципов компетентного подхода к обучению специалистов, строящихся на основе перехода от традиционного содержательного обучения к деятельному.

Для обеспечения более полного проникновения в изучаемую дисциплину, дополнительной самостоятельной проработки лекционного и практического материалов предмета, усвоения принципиальных основ и структуры информационной составляющей новых знаний, закрепления новых компетенций и расширения инструментария возможностей интеллектуального профессионального самообразования универсальные возможности предлагают многие современные средства коммуникаций. Безусловным технологическим лидером представляется глобальное информационное пространство, всемирная паутина (World Wide Web, WWW) – ИНТЕРНЕТ.

Предпосылкой для использования автором интернет-технологии в учебном процессе (создание информационно-справочного сайта) послужила возможность предоставить студентам (на безвозмездной основе):

- просмотр в любое, удобное для самостоятельной работы, время контекста прослушанных лекций по изучаемому предмету, тщательное рассмотрение и изучение схем и диаграмм, приведённых в лекциях, цифровой статистической информации, определений и математических формул (консультативно-обучающая функция);
- просмотр подобранных тематических видеоматериалов по изучаемым вопросам, размещённых в свободном доступе в интернете (факультативно-информационная функция);
- получение (скачивание) в личное пользование в электронном виде учебно-методической литературы автора и другой по изучаемому предмету, лабораторным и практическим работам (функция доступности);
- свободный доступ к просмотру фотоматериалов по отдельным тематическим событиям, касающимся деятельности Университета, кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии», Меж-

дународных выставок и проч. (информационная функция);

- ознакомление с различного рода материалами и сообщениями по вопросам изучаемых предметов (справочная функция).

Основной консультативно-обучающей составляющей материалов созданного автором сайта послужили прочитанные в 2011/2012 учебном году:

- 15 лекций по дисциплине «Геодезия» для студентов 1 курса специальностей «Подземная разработка рудных месторождений», «Шахтное и подземное строительство», «Технологическая безопасность и горно-спасательное дело» с использованием мультимедийной технологии (программа Microsoft Office Power Point (учебная презентация). Суммарно файлы лекций содержат около 600 слайдов и 20 учебных тематических фильмов;
- 23 лекции по дисциплине «Геодезия и маркшейдерия» для студентов 3 курса специальности «Шахтное и подземное строительство» (более 1000 слайдов и 30-ти фильмов) и 15 лекций для студентов специальности «Технологическая безопасность и горно-спасательное дело» (около 700 слайдов и 20 фильмов).

Сайт под условным доменным именем «Учебник маркшейдера и геодезиста» создан в июне 2012 г. и основан на двух интернет-ресурсах: мультимедийном интернет-портале «Яндекс» и бесплатном американском сервисе, предоставляющем услуги видеохостинга «YouTube» (Ютуб).

В качестве инструмента создания сайта использован бесплатный хостинг, файлообменник и конструктор сайтов «Яндекс.Народ» (narod.yandex.ru), а для хранения участующих в функционировании сайта файлов задействованы два сервиса Яндекса: облачный сервис (программа хранилище) «Яндекс.Диск» (disk.yandex.ru), размещённый на бесплатном сервисе электронной почты «Яндекс.Почта» (mail.yandex.ru), и хостинг фотографий «Яндекс.Фотки» (fotki.yandex.ru).

Поскольку применённый автором «Конструктор сайтов» (наиболее простой и доступный) не предусматривает инструменты для размещения и просмотра презентаций Power Point (по крайней мере, требует от пользователя знаний программирования), автором использована технология конвертации презентаций формата [.pptx] в видео-файлы распространённого формата [.wmv] с помощью программы «Movavi Видео Конвертер» (Movavi Video Converter) в тесто-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

вом режиме (Trial Version).

С точки зрения удобства восприятия материала, видео не уступает формату учебной презентации. Практически все компьютерные видеоплееры дают возможность в любое время, при необходимости, приостановки показа материала, возврата или перехода в нужную точку видео, а также выполнения моментальных снимков интересующих кадров.

При выборе видеохостинга для размещения «видеолекций» учитывались надёжность сервиса в части доступности по времени (так называемый «аптайм сайта», т.е. процент времени, в течение которого сервер хостинг-провайдера исправно работал), качество транслируемого видео материала и возможность провайдера по предоставлению аналитической информации владельцу канала. Одним из лидеров по этим параметрам является «Ютуб» (YouTube).

Общая схема размещения сайта в интернет-пространстве и основные связи представлены на схеме (рис.1).



Рис.1

При разработке структуры сайта, исходя из целей и задач, указанных выше, основное внимание было уделено размещению лекционного материала. Соответственно из 85 страниц сайта 75 занимают лекции, причём, прежде чем перейти по ссылке собственно к просмотру лекции, посетители сайта имеют возможность ознакомиться с её содержанием (перечнем слайдов).

Карта сайта представлена на рис. 2, из которого видно, что в основу формирования общей структуры сайта положен иерархический принцип размещения страниц.

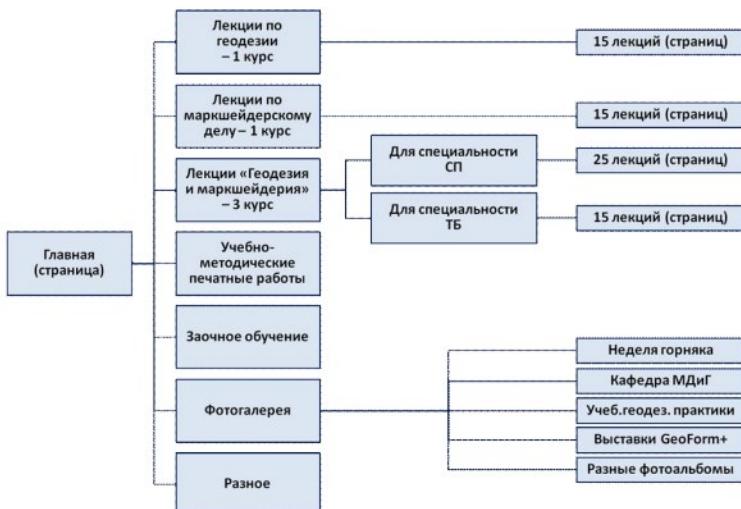


Рис.2

На рис.3 представлен пример страницы сайта и показано меню, позволяющее производить выбор нужной страницы, т.е. лекции по соответствующей дисциплине и специальности.



Рис.3

На рис.4 приведен пример фрагмента страниц лекций, отображающих содержание этих лекций (перечень слайдов и их заголовки, а также размещённые на страницах лекций ссылки на некоторые видеоматериалы в интернете по теме соответствующей лекции).



Рис.4

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Всего на страницах сайта (на текущий момент) размещено, как отмечалось выше, 55 лекций в формате видеофильмов. Их основные характеристики приведены в табл.1.

Основные сводные параметры лекций, конвертированных в видео, представлены в обобщённой форме в табл. 2.

Дополнительные видеоматериалы по темам лекций подразделяются на две категории: а) видеофрагменты, смонтированные автором в общедоступной стандартной программе Киностудии Windows Live – «MovieMaker» и размещённые на личном канале в YouTube; и б) видеофильмы, выбранные в интернете

с указанием соответствующих ссылок на страницах сайта.

Основные параметры этих видеоресурсов сайта приведены в табл.3.

При формировании как лекций, так и дополнительных видеоматериалов для дисциплин «Геодезия» и «Геодезия и маркшейдерия» разных специализаций в ряде случаев автор использовал тот же исходный материал и те же видеофильмы. Таким образом, анализируя общие ресурсы сайта необходимо учитывать повторяемость ссылок на разных страницах. Общая характеристика видеоресурсов представлена в табл. 4.

Таблица 1

Основные параметры видеолекций (фильмов), размещённых на сайте «Учебник маркшейдера и геодезиста» irina-erilova.narod.ru

Наименование лекций	Кол-во слайдов	Продолжительность час:мин:сек	Объём, МБ	Дополнительные видеоматериалы
«Геодезия», 1 курс				
Лекция №1. Введение. Определение положения точек земной поверхности	39	00:11:06	983,4	Земля из космоса (01:51)(*). Земля со спутника (02:58). Краткая история геодезии (02:25)
Лекция №2. Понятие о системах координат, используемых в геодезии	54	00:13:20	84,1	Определение широты и долготы (04:39)
Лекция №3. Ориентирование линий и ориентирующие углы	30	00:10:02	56,2	
Лекция №4. Основные геодезические чертежи	часть I 29 часть II 28	00:08:00 00:06:53	42,0 44,5	
Лекция №5. Практическое использование карты (плана) для решения инженерно-технических задач	39	00:14:36	76,6	
Лекция №6. Измерение углов	31	00:09:40	57,7	Измерение горизонтального угла теодолитом (03:02)
Лекция №7. Проверки и юстировки теодолита	39	00:04:27	28,1	Подготовка теодолита 2T30 к работе (10:23). Проверки теодолита (12:25). Trimble (01:38)
Лекция №8. Геодезические задачи	25	00:06:53	54,7	
Лекция №9. Геодезические сети	35	00:08:51	105,2	
Лекция № 10. Теодолитная, тахеометрическая съёмки	28	00:08:57	59,4	Электронный тахеометр Geomax ZTS600 (02:26). Инфографики о топографии (01:59)
Лекция №11. Понятие о наземных, воздушных фотограмметрических и спутниковых съёмках	42	00:08:11	70,0	Аэрофотосъёмка, ГЛОНАСС (реальный мир) (05:02). Сколько спутников вращается вокруг Земли? (01:14). Viva GNSS (02:55)
Лекция №12. Краткие сведения из теории погрешностей	25	00:07:27	38,4	Современные технологии в геодезии и маркшейдерии (03:59)
Лекция № 13. Нивелирование	30	00:06:36	40,0	Основы нивелирования. Часть I. (05:08). Часть II. (10:27)
Лекция №14. Устройство и юстировки нивелира Н-3	39	00:10:49	55,4	Нивелир, начало работы (05:47). Первая и вторая проверки нивелира (03:21). Третья проверка нивелира (05:34). Третья проверка нивелира (другой способ) (06:21). Автоматизированная система нивелирования (трасса «Дон») (01:40)
Лекция № 15. Основные элементы инженерной геодезии	52	00:14:07	73,1	Геодезический контроль при строительстве моста (03:18). Электронная «рулетка» Leica DISTO X310 (01:01)
ИТОГО «Геодезия», 1 курс	565	02:29:47	983,4	23 видео, в т.ч.: 6 – смонтировано автором; 17 – прямые ссылки.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Наименование лекций	Кол-во слайдов	Продолжительность час:мин:сек	Объём, МБ	Дополнительные видеоматериалы
«Геодезия и маркшейдерия», 3 курс				
Специализация: технологическая безопасность и горноспасательное дело				
Лекция № 1. Введение. Определение положения точек земной поверхности	40	00:10:34	95,3	<i>Земля из космоса (01:51). Земля со спутника (02:58). Краткая история геодезии (02:25)</i>
Лекция № 2. Понятие о системах координат, используемых в геодезии	53	00:14:27	90,8	<i>Определение широты и долготы (04:39)</i>
Лекция № 3. Ориентирование линий и ориентирующие углы	31	00:09:55	56,7	
Лекция № 4. Основные геодезические чертежи	56	00:12:20	79,7	
Лекция № 5. Практическое использование карты (плана) для решения инженерно-технических задач	40	00:13:55	75,2	
Лекция № 6. Геодезические задачи	26	00:07:37	55,0	
Лекция № 7. Измерение углов	64	00:13:35	79,6	<i>Измерение горизонтального угла теодолитом (03:02). Подготовка теодолита 2Т30 к работе (10:23). Проверки теодолита (12:25). Trimble (01:38)</i>
Лекция № 8. Геодезические сети	35	00:11:25	113,7	
Лекция № 9. Краткие сведения из теории погрешностей	26	00:09:33	43,9	<i>Современные технологии в геодезии и маркшейдерии (03:59)</i>
Лекция № 10. Виды съёмок	часть I	00:10:25	50,6	<i>Аэрофотосъёмка, ГЛОНАСС (реальный мир) (05:02). Сколько спутников вращается вокруг Земли? (01:14). Viva GNSS (02:55)</i>
	часть II	00:11:27	79,8	
Лекция № 11. Нивелирование	часть I	00:12:15	55,7	<i>Основы нивелирования. Часть I. (05:08) Часть II. (10:27). Нивелир, начало работы (05:47). Первая и вторая поверки нивелира (03:21). Третья поверка нивелира (05:34). Третья поверка нивелира (другой способ) (06:21). Автоматизированная система нивелирования (трасса «Дон») (01:40)</i>
	часть II	00:07:44	46,0	
Лекция № 12. Часть II. Маркшейдерия. Содержание и задачи маркшейдерии	46	00:13:44	91,4	<i>Инновационная технология сканирования подземных горных выработок (04:05)</i>
Лекция № 13. Основные понятия геометрии недр	38	00:11:48	116,7	
Лекция № 14. Учёт состояния и движения запасов полезных ископаемых на горных предприятиях	34	00:11:30	112,7	<i>Съёмка отвала тахеометром (02:21)</i>
Лекция № 15. Маркшейдерский контроль по обеспечению безопасного ведения горных работ	41	00:11:23	103,2	<i>Условия горного производства (03:11) Фрагмент массового взрыва БелКалий (00:30)</i>
ИТОГО «Геодезия и маркшейдерия», 3 курс. Специализация: ТБ	671	03:14:27	1346,0	23 видео, в т.ч.: 7 – смонтировано автором; 16 – прямые ссылки
«Геодезия и маркшейдерия», 3 курс				
Специализация: шахтное и подземное строительство				
Лекция № 1. Введение. Определение положения точек земной поверхности	40	00:10:42	94,4	<i>Земля из космоса (01:51). Земля со спутника (02:58). Краткая история геодезии (02:25)</i>
Лекция № 2. Понятие о системах координат, используемых в геодезии	53	00:14:27	90,8	<i>Определение широты и долготы (04:39)</i>
Лекция № 3. Ориентирование линий и ориентирующие углы	31	00:09:55	56,7	
Лекция № 4. Основные геодезические чертежи	56	00:12:20	79,7	
Лекция № 5. Практическое использование карты (плана) для решения инженерно-технических задач	40	00:13:55	75,2	
Лекция № 6. Геодезические задачи	26	00:07:37	55,0	
Лекция № 7. Измерение углов	64	00:13:35	79,6	<i>Измерение горизонтального угла теодолитом (03:02). Подготовка теодолита 2Т30 к работе (10:23). Проверки теодолита (12:25). Trimble (01:38)</i>

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Наименование лекций		Кол-во слайдов	Продолжительность час:мин:сек	Объём, МБ	Дополнительные видеоматериалы
Лекция № 8. Геодезические сети		35	00:11:25	113,7	
Лекция № 9. Краткие сведения из теории погрешностей		26	00:09:33	43,9	<i>Современные технологии в геодезии и маркшейдерии (03:59)</i>
Лекция № 10. Виды съёмок	часть I	28	00:10:25	50,6	Аэрофотосъёмка, ГЛОНАСС (реальный мир) (05:02). Сколько спутников вращается вокруг Земли? (01:14)
	часть II	42	00:11:27	79,8	
Лекция № 11. Нивелирование	часть I	39	00:12:15	55,7	Основы нивелирования. Часть I. (05:08) Часть II. (10:27). Нивелир, начало работы (05:47). Первая и вторая поверки нивелира (03:21). Третья поверка нивелира (05:34). Третья поверка нивелира (другой способ) (06:21). Автоматизированная система нивелирования (трасса «Дон») (01:40)
	часть II	32	00:07:44	46,0	
Лекция № 12. Часть II. Маркшейдерия. Содержание и задачи маркшейдерии		46	00:13:44	91,4	Инновационная технология сканирования подземных горных выработок (04:05)
Лекция № 13. Основные понятия геометрии недр		38	00:11:48	116,7	
Лекция № 14. Подсчёт запасов полезных ископаемых		28	00:09:45	85,3	
Лекция № 15. Учёт состояния и движения запасов полезных ископаемых на горных предприятиях		34	00:10:09	106,2	Съёмка отвала тахеометром (02:21)
Лекция № 16. Маркшейдерские работы при строительстве горнодобывающих предприятий		41	00:11:13	68,7	Электронная «рулетка» Leica DISTO X310 (01:01)
Лекция № 17. Маркшейдерское обеспечение при строительстве инженерных сооружений		52	00:14:27	72,6	Геодезический контроль при строительстве моста (03:18) Leica Viva GNSS (02:55)
Лекция № 18. Маркшейдерские работы при сооружении шахтного подъёма	часть I	27	00:06:23	39,0	Стволопроходческий комплекс VSM 8000 компании «Herrenknecht» (06:36)
	часть II	39	00:13:13	84,3	
Лекция № 19. Маркшейдерские работы при сооружении тоннелей щитовым способом		58	00:12:40	143,9	Электронная лазерная система контроля движения щита (02:20). Горнопроходческие щиты Herrenknecht (00:51)
Лекция № 20. Маркшейдерские работы при сооружении тоннелей со сборной обделкой		30	00:10:25	68,4	Метротоннель. Спасская-Достоевская (02:02). Проходка тоннеля в Сочи комплексом Lovat RME232 (02:30)
Лекция № 21. Сдвижение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки и охрана сооружений от вредного воздействия горных работ		46	00:13:52	71,5	
Лекция № 22. Устойчивость бортов карьеров (разрезов) и отвалов		36	00:14:40	148,2	
Лекция № 23. Маркшейдерский контроль по обеспечению безопасного ведения горных работ		42	00:12:08	104,0	Условия горного производства (03:11) Фрагмент массового взрыва БелКалий (00:30)
Лекция № 24. Маркшейдерские работы при подземной горной технологии. Часть I. Ориентирно-соединительные съёмки		42	00:12:50	98,0	
Лекция № 25. Часть II. Съёмка подземных горных выработок					Редактируется
ИТОГО «Геодезия и маркшейдерия», 3 курс. Специализация: СП		1071	05:34:27	2219,3	30 видео, в т.ч.: 10 – смонтировано автором; 20 – прямые ссылки
В С Е Г О		2307	11:18:41	4548,7 (4,6 ГБ)	
в том числе: оригинальных (не повторяющихся)		1751	08:37:41	3513,9 (3,5 ГБ)	32 видео, в т.ч.: 10 – смонтировано автором; 22 – прямые ссылки

(*) – курсивом выделены видео- ролики, смонтированные автором

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Таблица 2

Сводные параметры видеолекций

Дисциплина, специализация	Количество, шт.			Продолжительность видеолекции, час : мин : сек	Объём, МБ (ГБ)
	Лекции	Видео	Слайды в лекциях		
Геодезия, 1 курс Подземная разработка рудных месторождений. Шахтное и подземное строительство. Технологическая безопасность и горноспасательное дело	15	16	565	02:29:47	983,4 (0,98)
Геодезия и маркшейдерия, 3 курс Технологическая безопасность и горноспасательное дело	15	17	671	03:14:27	1346,0 (1,35)
Геодезия и маркшейдерия, 3 курс Шахтное и подземное строительство	25	27	1071	05:34:27	2219,3 (2,22)
ВСЕГО	55	60	2307	11:18:41	4548,7 (4,55)
в том числе: оригинальные	42	46	1751	08:37:41	3513,9 (3,51)
Маркшейдерское дело, 4 курс	15	редактируются			

Таблица 3

Основные параметры дополнительных видеоматериалов по темам лекций

№ п/п	Наименование видео	Продолжительность, час:мин:сек	Объём, МБ
Фрагменты видео, смонтированные автором. Размещены в YouTube на личном канале автора			
1	Земля из космоса	00:01:51	27,5
2	Земля со спутника	00:02:58	148,1
3	Определение широты и долготы	00:04:39	32,4
4	Измерение горизонтального угла теодолитом	00:03:02	17,3
5	Современные технологии в геодезии и маркшейдерии	00:03:59	49,8
6	Автоматизированная система нивелирования (трасса «Дон»)	00:01:40	87,6
7	Фрагмент массового взрыва БелКалий	00:00:30	17,8
8	Стволопроходческий комплекс VSM 8000 компании «Herrenknecht»	00:06:36	357,8
9	Электронная лазерная система контроля движения щита	00:02:20	60,0
10	Горнoproходческие щиты Herrenknecht	00:00:51	49,2
	ВСЕГО смонтировано автором	00:30:26	847,5
Видеоролики по ссылкам в интернете			
11	Краткая история геодезии	00:02:25	44,0
12	Подготовка теодолита 2Т30 к работе	00:10:23	26,0
13	Проверки теодолита	00:12:25	42,5
14	Trimble	00:01:38	7,4
15	Электронный тахеометр Geomax ZTS600	00:02:26	39,8
16	Инфографика о топографии	00:01:59	6,4
17	Аэрофотосъёмка, ГЛОНАСС (реальный мир)	00:05:02	41,8
18	Сколько спутников вращается вокруг Земли	00:01:14	4,4
19	Leica Viva GNSS	00:02:55	54,7
20	Основы нивелирования. Часть I	00:05:08	17,7
21	Основы нивелирования. Часть II	00:10:27	45,2
22	Нивелир, начало работы	00:05:47	14,0
23	Первая и вторая проверки нивелира	00:03:21	12,7
24	Третья проверка нивелира	00:05:34	16,7
25	Третья проверка нивелира (другой способ)	00:06:21	27,1
26	Геодезический контроль при строительстве моста	00:03:18	15,9
27	Электронная «рулетка» Leica DISTO X310	00:01:01	13,8
28	Инновационная технология сканирования подземных горных выработок	00:04:05	17,1
29	Съёмка отвала тахеометром	00:02:21	35,4
30	Условия горного производства	00:03:11	57,6

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

№ п/п	Наименование видео	Продолжительность, час:мин:сек	Объём, МБ
31	Метротоннель. Спасская-Достоевская	00:02:02	109,0
32	Проходка тоннеля в Сочи	00:02:30	9,9
	ВСЕГО по ссылкам в интернете	01:35:33	659,1
	ИТОГО по темам лекций	02:05:59	1506,6
Прочие видеоматериалы			
33	Фрагмент фильма к 90 летию МГГУ (смонтирован автором)	00:00:59	21,8
34	Профессия «Геодезист»	00:39:00	117,4
35	Роль метрологии в развитии общества	00:06:22	102,7
36	Метрология. Битва за эталон	00:25:50	79,8
37	Международная промышленная выставка GeoForm+ 2012	00:02:14	12,2
	ВСЕГО прочие	01:14:25	333,9
	ИТОГО по всем видеоматериалам	03:20:24	1840,5

Таблица 4

Параметры видео (фильмов) по темам лекций

Дисциплина, специализация	Кол-во видео	Продолжительность, час : мин : сек / объём, МБ
Геодезия, 1 курс в том числе: смонтированные автором по ссылкам в интернете	23 6 17	01:41:33 / 792,8 00:20:09 / 362,7 01:21:24 / 430,1
Геодезия и маркшейдерия, 3 курс Специализация - технологическая безопасность и горноспасательное дело в том числе: смонтированные автором по ссылкам в интернете	23 7 16	01:42:56 / 844,8 00:20:39 / 380,5 01:22:17 / 464,3
Геодезия и маркшейдерия, 3 курс Специализация - шахтное и подземное строительство в том числе: смонтированные автором по ссылкам в интернете	31 10 21	02:01:34 / 1460,4 00:30:26 / 847,5 01:31:08 / 612,9
ВСЕГО оригинальных (не повторяющихся) в том числе: смонтированных автором по ссылкам в интернете	33 10 23	02:05:59 / 1506,6 00:30:26 / 847,5 01:35:33 / 659,1

Подводя итог оценки ресурсов лекционной составляющей сайта следует отметить:

- общая непрерывная продолжительность видео-лекций составляет примерно 11 час. 20 мин. (объём в формате WMV – 4,5 ГБ), в том числе более 8,5 час. (3,5 ГБ) составляет оригинальный, не повторяющийся видеоматериал;

- общая продолжительность дополнительного видеоматериала по темам лекций составляет более 2-х час., при этом следует иметь в виду, что объём 33 фильмов (1,5 ГБ) носит оценочно-информационный характер, поскольку форматы файлов видео различны (WMV и MP4).

Помимо лекционных видео ресурсов на сайте представлены в свободном доступе учебно-методические разработки различной тематики, используемые автором в учебном процессе непосредственно в настоящее время.

Все файлы методической литературы размещены на «Яндекс. Диске» в формате PDF, наиболее

распространённом в интернет-сети и удобном для просмотра и скачивания. Основные параметры учебно-методической литературы представлены в табл.5.

Одна страница сайта создана специально для студентов заочной формы обучения специальности «Маркшейдерское дело», изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация». Страница создана по их просьбе (поскольку не совсем вписывается в тематику сайта). На странице представлены:

- методические указания по выполнению практической работы «Оценка точности измерений» выполненной в формате «видео» (аналогично лекционному материалу). Продолжительность видео – 7 минут, объём – 31,5 МБ (WMV);

- учебно-методическая литература – 3 авторских брошюры (суммарно 98 стр., 4,4 МБ);

- два фильма по ссылкам в интернете: «Роль метрологии в развитии общества. ВНИИМС» и «Битва за эталон» общей продолжительностью 00:32:12,

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

объёмом 182,5 МБ (в формате MP4);

– ссылка на Единый портал Интернет-тестирования в сфере образования и описание порядка «входа» на портал с соответствующим «ключём».

Автором сайта широко использованы возможно-

сти интернета по размещению в публичном доступе фотоинформации. В Фотогалерее сайта создано 22 альбома, классифицированных по пяти тематическим разделам (на пяти страницах). В табл.6 приведены основные параметры Фотогалереи.

Таблица 5

Основные параметры учебно-методической литературы, размещённой на сайте «Учебник маркшейдера и геодезиста» irina-erilova.narod.ru

№ п/п	Наименование	Объём	
		Стр.	МБ
1	Программа, задания и методические указания по выполнению лабораторных работ, курсовое проектирование по общему курсу «Маркшейдерское дело» для студентов специальности 090100 «Маркшейдерское дело», 2006	58	2,6
2	Задания и методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Геодезия и маркшейдерия» для студентов специальностей «Шахтное и подземное строительство» и «Безопасность техники и процессов производства (в горной промышленности)», 2007	28	1,1
3	Контрольные тесты по курсу «Геодезия и маркшейдерия» для студентов специальности 130406 «Шахтное и подземное строительство» и 280102 «Безопасность техники и процессов производства (в горной промышленности)», 2007	20	0,55
4	Метрология, стандартизация и сертификация. Рабочая программа, задания и методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело», заочная форма обучения, 2009	27	0,98
5	Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело» очной и заочной форм обучения, 2010	45	1,2
6	Задания и методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Геодезия и маркшейдерия». Часть I. «Геодезия». Для студентов специальностей «Подземная разработка рудных месторождений», «Шахтное и подземное строительство», «Технологическая безопасность и горно-спасательное дело», 2011	38	3,9
7	Программа и методические указания по составлению отчёта о производственной маркшейдерской практике для студентов специальности «Маркшейдерское дело» (заочная форма обучения), 2012	13	0,84
8	Руководство по геодезической практике, 2012	95	2,5
9	Microsoft Excel для студента – Л.В. Рудикова, 2007	359	10,3
10	Межгосударственный стандарт. Горная графическая документация. Общие правила выполнения горных чертежей. ГОСТ 2.851-75	23	1,8
	ВСЕГО	706	25,7
	в том числе: авторские	324	13,6

Таблица 6

Основные параметры Фотогалереи, размещённой на сайте «Учебник маркшейдера и геодезиста» irina-erilova.narod.ru

№ п/п	Фотоальбомы	Кол-во фото	Объём, МБ
I. Фотоальбомы «Неделя горняка»			
1	Неделя горняка - 2012	19	
2	Неделя горняка - 2011	17	
3	Неделя горняка - 2010	24	
4	Неделя горняка - 2009	14	
5	Неделя горняка - 2007	1	
	Всего	75	114,8
II. Фотоальбомы «Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии»			
1	90 лет кафедре МДиГ	20	
2	Защита дипломных проектов	11	
3	Лекции, лабораторные и практические занятия	13	
4	Презентация НАВГЕОКОМ сканера, ноябрь 2012	8	
	Всего	52	45,9
	+ статья в журнале «Маркшейдерия и недропользование»: Современный этап развития кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии» МГГУ	(1)	
III. Фотоальбомы «Учебные геодезические практики»			
1	Николо-Урюпино, июль 2012 (группы: СП-1-11, СП-2-11, ТПР-11, ГМО-11)	48	40,0

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

№ п/п	Фотоальбомы	Кол-во фото	Объём, МБ
IV. Фотоальбомы «Международные промышленные выставки «GeoForm+»			
1	«GeoForm+» - 2012	18	
2	«GeoForm+» - 2011	13	
3	«GeoForm+» - 2010	16	
4	«GeoForm+» - 2009	8	
5	«GeoForm+» - 2008	3	
6	«GeoForm+» - 2007	12	
	Всего	70	71,2
	+ видео «GeoForm+ 2012» (продолжительность 02:14)	(1)	
V. Разные фотоальбомы			
1	Работники кафедры МДиГ МГГУ на строительстве Серебряноборских тоннелей – 2005 год	28	
2	Съезд Союза маркшейдеров России – 2005 год	6	
3	Съезд Союза маркшейдеров России – 2009 год	5	
4	Группа ГГ-1-70	8	
5	Минцветмет СССР	4	
6	Не разобранные	24	
	Всего	75	84,2
	ИТОГО – 22 альбома + Фрагмент фильма к 90-летию МГГУ (00:59)	320	356,0

В заключение описание характеристик основных параметров сайта, его структуры и информативно-справочной составляющей следует отметить, что авторские ресурсы (интеллектуальная собственность) в общем объёме информации, размещённой на сайте, составляют порядка 83%. Распределение информационных ресурсов сайта приведено в табл.7.

Таблица 7
Укрупнённая структура ресурсов сайта

Наименование ресурса	Объём, МБ	%
Авторские		
Видеолекции (оригинальные)	3514	73,3
Фильмы (смонтированы автором)	869,3	18,1
Фотоматериалы	356	7,4
Итого	4739,3	98,8
Учебно-методическая литература, текстовая информация на страницах, рисунки, фото и картинки на страницах, информация на странице заочного обучения, прочее	53,1	1,2
ИТОГО	4792,4	100,0
Привлечённые из интернета		
Фильмы	971,2	
Литература	12,1	
Итого	983,3	17% от общего объёма
ВСЕГО	5775,7	

Кроме того, на сайте приведены ссылки на полезную информацию с сайтов и порталов: Официальный сайт Московского государственного горного университета; Горнопромышленный портал России; Каталог ссылок «GEOPROFI.RU»; Отраслевой каталог Геодезия Картография ГИС «Geo Top».

Основными критериями оценки эффективности некоммерческих сайтов служат посещаемость (применительно к фильмам – количество просмотров) и количество скачиваемой информации.

Сайт «Учебник маркшейдера и геодезиста» создан в июне 2012 г. и наиболее активно наполнялся информацией в первые 4 месяца существования. Редактирование сайта осуществляется автором в постоянном режиме.

Представленный ниже анализ работы сайта выполнен на основе статистики провайдеров за период его существования – около 7 месяцев с июня 2012 г. по январь 2013 г. При этом, учитывая, что почти три четверти информационных ресурсов сайта (видеолекции) размещены на YouTube, информация с этого видеохостинга является приоритетной.

За анализируемый период сайт посетили 502 уникальных пользователя (не менее одного раза), а общее количество визитов составило – 1191 (689 пользователей побывали на сайте несколько раз). Максимальное число уникальных посещений за одни сутки составило 33 при общем количестве визитов 46 (18 декабря 2012 г.).

Количество просмотров (число посещённых страниц с визитом длительностью не менее 15 сек.) – 6217 (мак за сутки – 298).

Среднее время, проведённое на сайте, рассчитанное как разница между временем последнего и первого зарегистрированного просмотра страницы посетителем в рамках одного визита, составило немногим менее 11 мин. (10:57). По мнению автора, этого вполне достаточно для изучения информации на странице и переходу по ссылке на YouTube к просмотру видеолекций или соответствующих фильмов.

Сайт, в целом, отвечает поставленной задаче привлечения целевой аудитории – студентов (учащихся) МГГУ. Этот вывод можно сделать на основании анализа возрастной структуры посетителей (рис.5) и источников трафика (рис.6), так как 60 % пользователей «входили» на сайт по прямому запросу (irina-erilova.narod.ru), а изначально его адрес был известен лишь студентам, которым автор читал лекции.

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ



Рис. 5

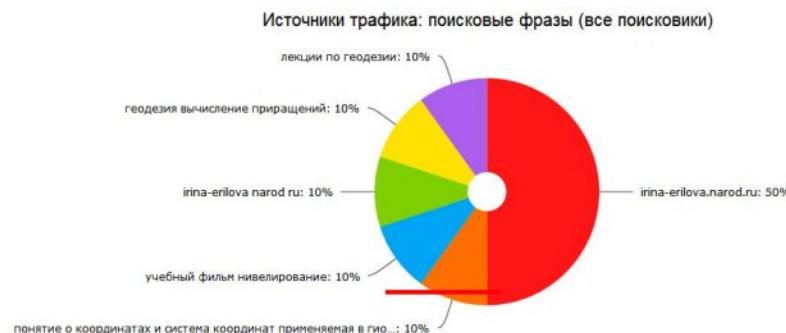


Рис. 6

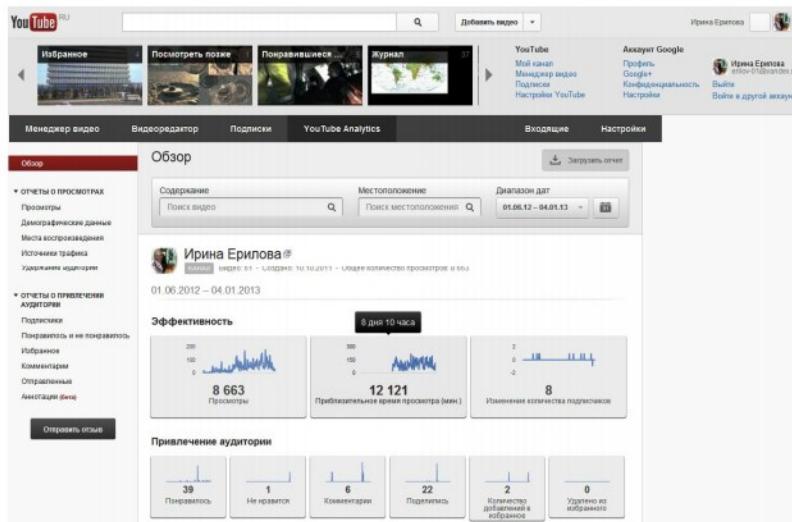


Рис. 7

Ранее упоминалось, что основные ресурсы сайта (видеолекции) размещены на личном канале автора в YouTube. Его общий вид представлен на рис.7.

В общей сложности на канале размещено 59 видеороликов, связанных с сайтом автора прямыми ссылками.

За анализируемый период существования сайта общее количество просмотров видеоматериала составило 8663 раза, а приблизительное время просмотра за последние 4 месяца – 12121 мин. (функция учёта установлена провайдером в сентябре 2012 г.), что равнозначно 8 дням 10 часам.

Максимальное количество просмотров за одни сутки – 180 (5 декабря 2012 г.).

Необходимо отметить, что анализ источников трафика выявил (несколько неожиданно для автора), что непосредственно с сайта на видеоматериал вышло менее 20% всей аудитории канала. С другой стороны этот факт раскрыл дополнительные достоинства интернет-пространства, как распространителя и популяризатора информации о профессии маркшейдер, дисциплине «Геодезия и маркшейдерия»,

Кафедре «Маркшейдерского дела и геодезии» МГГУ практически по всему миру. Просмотры по странам приведены на рис.8.

	Местоположение	Просмотры
1. Россия		5 439
2. Украина		1 439
3. Казахстан		634
4. Беларусь		272
5. Киргизия		183
6. Азербайджан		176
7. Грузия		82
8. Молдова		63
9. Эстония		61
10. Узбекистан		39
11. Германия		30
12. Монголия		26
13. Испания		21
14. Латвия		19
15. Армения		18
16. США		15
17. Израиль		14
18. Болгария		13
19. Чехия		13
20. Таджикистан		12
21. Литва		12
22. Польша		11
23. Канада		9
24. Франция		9
25. Неизвестный регион		7
	Местоположение	Просмотры
26. Турция		6
27. Бельгия		4
28. Великобритания		4
29. Коста-Рика		3
30. Греция		3
31. Норвегия		3
32. Австралия		3
33. Швеция		2
34. Швейцария		2
35. Индия		2
36. Италия		2
37. Республика Корея		1
38. Венгрия		1
39. Нигерия		1
40. ЮАР		1
41. Румыния		1
42. Саудовская Аравия		1
43. Ирландия		1
44. Австрия		1
45. Вьетнам		1
46. Бразилия		1
47. Алжир		1
48. Япония		1

Рис. 8

Ниже приведён ряд прочих показателей, характеризующих эффективность видеоматериалов, размещённых на канале:

- подписались на канал 8 пользователей;
- воспользовались функцией «поделиться» 22 пользователя;

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- добавили в избранное 2 пользователя (Франция, Украина);
- воспользовались функцией оценки: «понравилось» 39 пользователей; «не понравилось» 1 пользователь (Канада, фильм «Определение широты и долготы»).

Дополнительным показателем определённой «популярности» авторского канала в сети интернет служит факт использования размещённых на нём фильмов для трансляции на 25 сторонних сайтах через встроенные владельцами сайтов проигрыватели. Объём просмотренного материала составляет 3,3% от общего контента канала (более 250 присмотров за 4 последних месяца) (рис.9).

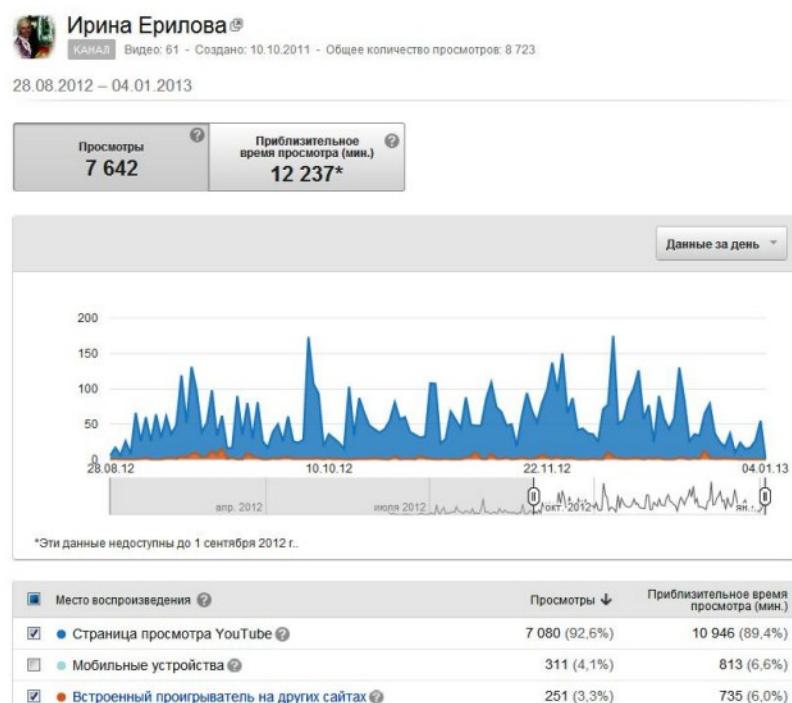


Рис. 9

Возвращаясь к оценке эффективности непосредственно сайта, с точки зрения полезности для пользователей содержащейся на нём информации, следует отметить следующие моменты.

Общее количество копирований (скачек) учебно-методической литературы (10 наименований, табл.5), за анализируемый период, составило 125 раз.

По этому показателю лидируют:

- «Руководство по геодезической практике» – файл скачан 34 раза (был размещён на сайте перед

учебной геодезической практикой летом 2012 года);

– «Метрология, стандартизация и сертификация. Рабочая программа, задания и методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело» – файл скачан 37 раз (в I семестре текущего учебного года автор читал лекции по этой дисциплине 5-ти группам 2 и 4 курса (132 студента) очного отделения и одной группе 2 курса ФЗО).

В заключение анализа информативности сайта: число посещений Фотогалереи (просмотра фотографий) на начало 2013 г. составило 1661 раз.

Подводя итоги оценки эффективности использования возможностей интернет-пространства в учебном процессе можно сделать следующие выводы.

Статистические показатели посещаемости сайта убедительно показывают востребованность современной студенческой аудиторией электронных версий доступных лекционных материалов по изучаемым дисциплинам.

Специализированный учебно-образовательный сайт даёт возможность концентрации в компактном информационном поле большого объёма учебно-методических, видео- и фотоматериалов, что, безусловно, способствует экономии времени учащихся и облегчает усвоение существа изучаемого предмета.

Неоспоримое технологическое достоинство интернета заключается в предоставлении возможности учащимся в свободном доступе неограниченное число раз возвращаться к изучаемому материалу и при необходимости копировать его в личное пользование.

По мнению автора необходимо обязательное обеспечение доступа в интернет в аудиториях, оборудованных мультимедийной аппаратурой, с целью возможности обращаться к его ресурсам в процессе чтения лекций, что позволит не только расширить образовательные технологии, но и будет способствовать развитию у студентов навыков самостоятельного творческого поиска дополнительных профессиональных знаний.

Литература

1. Учебник маркшейдера и геодезиста. – [Электронный источник] – режим доступа: <http://irina-erilova.narod.ru/>

Ирина Игоревна Ерилова, доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Московского государственного горного университета, E-mail: irina-erilova@yandex.ru

Уважаемые коллеги!

Напоминаем Вам, что с 27 по 31 января 2014 г. в Московском государственном горном университете будет проходить XXII Международный научный симпозиум «НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА – 2014». Организаторами традиционно выступают ФГБОУ ВПО Московский государственный горный университет, ФГБУН Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Научный совет РАН по проблемам горных наук.

С программой симпозиума, контрольными сроками и требованиями к оформлению заявок и текстов докладов можно ознакомиться на сайтах www.msmu.ru, <http://science.msmu.ru/> или по тел. (499)230-2751, Королева Валентина Николаевна, факсы: (499)237-3163, (499)237-6488, E-mail: koroleva@msmu.ru.

Редакция «МВ»

60 ЛЕТ КАФЕДРЕ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА, ГЕОДЕЗИИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (ПНИПУ)



1. История кафедры

В октябре 2013 г. Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ) празднует свое шестидесятилетие. Он был создан в 1953 г. и назывался Горный институт. Первым ректором этого института был Михаил Николаевич Дедюкин, горный инженер - маркшейдер по образованию, он же был первым заведующим кафедрой Геодезии и маркшейдерского дела, которая также была открыта в 1953 г. Таким образом, вместе с университетом свое шестидесятилетие празднует и кафедра. Тогда кафедра состояла из 2 преподавателей и одного лаборанта. Но институт рос, и вместе с ним росла и кафедра. В 1965 г. она стала выпускающей. Были приняты первые студенты на специальность «Маркшейдерское дело».

Создание маркшейдерской кафедры в Перми было обусловлено объективными потребностями горного и нефтяного производства того времени. Интенсивно работал Кизеловский угольный бассейн, строились мощнейшие калийные рудники на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС), осваивались нефтяные богатства Западного Урала. Все это требовало квалифицированных маркшейдерских кадров. Время показало, что решение о создании кафедры в Пермском горном институте было правильным и дальновидным.

В 1965 г. заведующим кафедрой стал канд.техн.наук А.А.Кузнецов, возглавлявший кафедру до 1974 г. Требовательный, высоконравственный, безкомпромиссный доцент А.А.Кузнецов при полной поддержке Дедюкина М.И. сформировал ответственный коллектив кафедры, материально-техническую базу, учебно-методическое обеспечение. Он постоянно работал сам и вместе с ним весь коллектив над совершенствованием учебных планов, отвечающих современным требованиям развивающихся горнодобывающих отраслей.

В 1975 г. кафедра стала обучать студентов по специальности «Инженерная геодезия» и в 1977 г. разделилась на две – «Маркшейдерское дело» и «Инженерная геодезия». В 1994 г. в связи с реорганизацией института эти две кафедры снова объединились в кафедру «Маркшейдерское дело и геодезии», выпускающую две специальности: горных инженеров-маркшейдеров и инженеров-геодезистов по специальности «Прикладная геодезия». В 1997 г. в связи с интенсивным внедрением в учебный процесс и в на-

учные работы ГИС-технологий кафедра стала называться так как в настоящее время - Маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем (МДГиГИС).

В 1974 г. на должность зав.кафедрой приходит доцент Шадрин А.Г., который развил направление изучения процесса сдвижения горных пород и разработки мер охраны зданий, сооружений и природных объектов, а в 1979 г. заведующим кафедрой становится канд.техн.наук Шаманская А.Т. – известный в стране специалист в вопросах определения напряженного состояния горного массива. Ее заслуги в становлении, укреплении и развитии кафедры трудно переоценить. А.Т.Шаманская формирует молодой работоспособный коллектив. Защищают кандидатские диссертации сотрудники кафедры – аспиранты Московского горного института Замотин В.Б. (1981 г.) и Катаев А.В. (1986 г.). Приходит на кафедру канд.техн.наук, доцент Еремеев Г.А., бывший главный маркшейдер шахты ПО «Челябинскуголь», приходит на кафедру также канд.техн.наук Кашников Ю.А., бывший научный сотрудник Восточного научно-исследовательского горнорудного института, в прошлом выпускник кафедры.

В конце 70-х - начале 80-х годов выпуск маркшейдеров достиг своего максимального значения (30-40 чел.), что объясняется, с одной стороны, борьбой за сохранение численности контингента студентов, которая велась тогда в каждом ВУЗе, с другой стороны – действительной потребностью в маркшейдерах таких крупных объединений, как «Уралкалий», «Сильвинит», «Кизелуголь», «Пермнефть». И следует отметить, что на сегодняшний день маркшейдерские отделы этих предприятий на 80-90% заполнены выпускниками нашей кафедры.

В 1989 г. заведующим кафедрой становится Кашников Ю.А., который в 1992 г. защищает докторскую диссертацию и руководит кафедрой по настоящее время.

2. Учебный процесс

В настоящее время кафедра набирает на бюджетные места очной формы обучения по 20 студентов на следующие две специальности: «Маркшейдерское дело» и «Прикладная геодезия». Заочная форма маркшейдерского образования в современных условиях совершенно не соответствует требованиям времени, поэтому кафедра изначально отказалась от студентов-заочников.

ЮБИЛЕИ

В учебном процессе кафедра стала специализироваться по направлениям «Геоинформационные системы в картографии, горном и нефтегазовом деле». Эта специализация была вызвана объективной потребностью производства в специалистах-маркшейдерах, владеющих методами создания цифровых маркшейдерских планов и карт и основами ГИС-технологий. Методическое обеспечение использования ГИС-технологий в маркшейдерском деле было разработано доцентами Катаевым А.В. и Кутовым С.Н.

Введение дисциплин в области ГИС-технологий исключительно повысило привлекательность маркшейдерской специальности и престиж выпускника. Хорошее владение самым современным компьютерным направлением значительно повысило его конкурентоспособность на рынке труда. Кроме того, в связи с тем, что кафедра стала специализироваться на подготовке маркшейдеров для нужд нефтегазовой отрасли, в учебный план специальности были введены дисциплины нефтяной тематики. Благодаря этому, а также знаниям в области ГИС-технологий, выпускники кафедры стали с успехом работать на нефтепромыслах.

Введение в учебный план специальности «Прикладная геодезия» специализации «Геоинформационное обеспечение городского кадастра» также весьма повысило конкурентоспособность выпускников. На данную специальность отмечаются одни из самых высоких конкурсах при поступлении.

В настоящее время на кафедре работают 2 доктора технических наук, 9 кандидатов технических наук, много молодых ассистентов, научных сотрудников и инженеров. Всего в штате кафедры 44 сотрудника.

Следует отметить, что в последние годы наблюдается неуклонная тенденция к снижению числа преподавателей, работающих на целую ставку. Практически все ведущие преподаватели и молодые ассистенты работают, в среднем, на 0,5 ставки. Остальное время они тратят на работу по договорам кафедры. Эта форма, по нашему мнению, в настоящее время является оптимальной, т.к. работа по договорам исключительно повышает их научный и про-

фессиональный уровень. При этом работа на полную ставку и более практически не оставляет времени на хоздоговорную и научно-исследовательскую деятельность.

На начало 2013 г. в распоряжении кафедры 17 помещений общей площадью 570 м². Оснащенность кафедры весьма высокая. Это 3х-мерная лазерная сканирующая система HDS-3000 фирмы «Leica», 11 комплектов двухчастотных GPS-приемников фирмы «Leica», 5 комплектов одночастотных GPS-приемников фирмы «Leica», 16 комплектов цифровых нивелиров фирм «Leica» и «Topcon», 8 комплектов электронных тахеометров фирм «Nikon» и «Topcon», трассоискатели и др. На кафедре имеется 8 автомобилей для выполнения полевых работ. В распоряжении кафедры имеется уникальное оборудование для испытаний физико-механических свойств образцов продуктивных объектов месторождений – установка MTS-815 (США).

Для обработки результатов спутниковых геодинамических наблюдений имеется лицензионный программный комплекс «Bernesse» (Швейцария), для обработки данных радарной космической съемки имеется программный комплекс фирмы «GAMMA REMOTE SENSING AG» (Швейцария). Имеется также полный спектр ГИС – пакетов (MapInfo, ArcInfo, Arcview, Кредо), а также пакеты для обработки аэрокосмосъемки (Erdas Images, Photomod и др.).

Таким образом, в распоряжении кафедры имеется самое современное аппаратно-программное обеспечение, позволяющее решать задачи как учебного процесса, так и научно-производственные задачи.

3. Научная работа

Можно с полной уверенностью утверждать, что кафедра МДГиГИС развилась и достигла определенного благополучия, прежде всего, опираясь на научно-техническую работу. Коллектив кафедры понял сравнительно быстро тот факт, что перспективы развития технических кафедр заключаются, прежде всего, в тесных связях с производством, в выполнении для них серьезных исследовательских, проектных и изыскательских работ.

К ЮБИЛЕЮ ПНИПУ



Получение высшего профессионального образования



ЮБИЛЕЙ

К 1995 г. на кафедре сложилась весьма работоспособная группа специалистов, средний возраст которых составлял 35-40 лет. Это профессор Кашников Ю.А., доценты Ашихмин С.Г., Замотин В.Б., Катаев А.В., Кутовой С.Н., Заморин А.В., Столбов И.А., Шишунов И.А., ассистенты Кислухина С.А., Киселев А.О. К этому времени уже выполнялись геодезические работы по съемке территорий, маркшейдерские работы по съемке отдельных карьеров стройиндустрии, составлению проектов разработки карьеров и планов их развития. Это направление весьма благотворно отразилось на имидже кафедры в пределах территории деятельности Западно-Уральского округа Госгортехнадзора России. При поддержке Округа кафедре стали поручать все более сложные проекты открытых горных работ, и она с честью с нимиправлялась. Следует отметить, что и в настоящее время проектирование и планирование горных работ на карьерах стройиндустрии занимает достойное место в технической деятельности кафедры. Особенно активно это направление развивается доцентом Замотиным В.Б.

Традиционное научное направление работы кафедры – механика скальных массивов при разработке рудных месторождений. Начиная с 1985 г. коллектив кафедры проводит масштабные работы в этом направлении для полиметаллических предприятий Республики Казахстан. Исследования ведутся по следующим направлениям.

1. Инструментальные наблюдения за процессами сдвижения горных пород и земной поверхности.

2. Расчеты численными и аналитическими методами параметров напряженно-деформированного состояния горного массива и земной поверхности массива при разработке рудных месторождений, оценка их влияния на поверхностные и подземные объекты.

3. Расчеты устойчивости подрабатываемых бортов карьеров. Расчеты устойчивости склонов и отва-

лов.

4. Расчеты параметров крепи подземных горных выработок и подземных сооружений.

Именно научная работа на предприятиях ОАО «КАЗЦИНК» позволила кафедре создать свою школу геомехаников, отработать основные численные модели горных пород, вырастить грамотных специалистов. По итогам этих исследований защитили кандидатские диссертации Кутовой С.Н., Ашихмин С.Г., Шустов Д.В., докторскую диссертацию Кашников Ю.А.

Помимо рудников АО «КАЗЦИНК» исследования выполнялись для Михайловского ГОКа, ОАО «Сарановская шахта «Рудная», карьера «Белый камень» ОАО «Чусовской мет. завод» и ряда других предприятий. Представляется, что это направление и в дальнейшем будет одним из основных на кафедре. Так в последнее время кафедра начала заниматься проблемами расчетов напряженно-деформированного состояния горных массивов при разработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых руд (ВКМКС).

1995 год знаменуется развитием на кафедре совершенно нового направления, которое в настоящее время стало основным – механика горных пород при разработке месторождений углеводородов. Западный Урал – нефтяной регион. На кафедру уже давно обращались специалисты маркшейдерских отделов нефтегазовых предприятий с предложениями о выполнении различного рода исследовательских и изыскательских работ, однако должного размаха эти работы не имели. Сказывался некоторый скепсис относительно маркшейдерии на нефти в целом, как направлении, занимающемся чисто геодезическими работами. Специалисты кафедры еще не видели того гигантского слоя геомеханических, технических, экологических, геоинформационных и других проблем, которые связаны с деятельностью нефтегазодобывающих предприятий.

К ЮБИЛЕЮ ПНИПУ



Проведение научных конференций и симпозиумов

ЮБИЛЕИ

Начало работ кафедры для нефтегазовых предприятий связано с решением крупной научно-технической проблемы Пермского края – комплексным освоением ресурсов Соликамской впадины. На территории Соликамской впадины расположено уникальное Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей (ВКМКС). В настоящее время работают пять подземных калийных рудников (ОАО «Уралкалий»), на территории месторождения расположены города Березники и Соликамск, а также современные заводы и предприятия. Однако непосредственно под калийно-магниевым месторождением залегают значительные запасы нефти, в частности Уньвинское, Сибирское, Шершневское, им.Архангельского, Чашкинское, Юрчукское и ряд других нефтяных месторождений. Аномально высокий уровень техногенной нагрузки на недра в сочетании с особенностями геологической среды привел к существенному изменению естественного геодинамического режима региона ВКМКС. В связи с этим встал вполне резонный вопрос: как влияет добыча нефти на территорию ВКМКС на безопасную эксплуатацию калийного месторождения, в целом на изменение геодинамической обстановки в регионе?

Коллектив кафедры внес весомый вклад в решение проблемы оценки геодинамической и геомеханической безопасности при отработке нефти на территории ВКМКС. Работы велись по следующим направлениям:

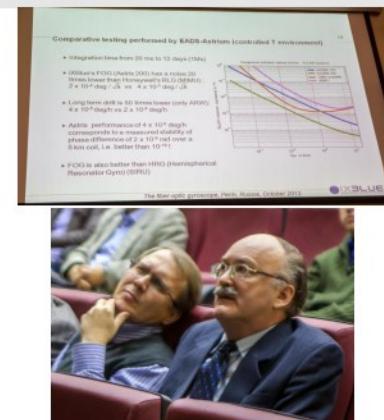
1. Расчеты параметров процесса сдвижения земной поверхности и горного массива при разработке нефтяных месторождений, оценка их влияния на поверхностные и подземные объекты, состояние скважин и объектов обустройства.
2. Оценка возможности возникновения техногенных сейсмических явлений при добыче нефти и газа.
3. Определение размеров предохранительных целиков под нефтяные скважины при ведении горных работ по калию на основе определения допустимых и предельных деформаций конструкции нефтяной скважины.
4. Разработка рекомендаций по созданию геодинамических полигонов для наблюдений за процес-

сами деформирования земной поверхности при разработке нефтяных месторождений. Реализация проектов создания полигонов, выполнение высокоточных наблюдений, в т.ч. с использованием спутниковых навигационных технологий и радарного космического зондирования.

Многочисленные научные и практические наработки кафедры в области геомеханики и геодинамики недр при разработке нефтяных месторождений, территориально совмещенных с ВКМКС, были развиты и широко использованы при решении аналогичных проблем для многих нефтяных месторождений России. Только за последние три года выполнены свыше 50 работ по прогнозу и мониторингу геомеханического состояния недр при разработке месторождений углеводородного сырья. Среди основных заказчиков работ – все наиболее крупные нефте-газодобывающие предприятия: ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «НК «РОСНЕФТЬ» (ОАО «Юганскнефтегаз», ЗАО «Ванкорнефть», ООО «Востсибнефтегаз», ОАО «Северная нефть», ОАО «Пурнефтегаз», ОАО «Сахалинморнефтегаз», ОАО «Удмуртнефть», ОАО «Самара-нефтегаз»), ОАО «ЛУКОЙЛ» (ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми»), ОАО «ГАЗПРОМ» (ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпром добыча Уренгой»), ОАО «Варьеганнефть», ООО «ТНК-Уват», ООО «Нарьянмарнефтегаз» и др.

На основе выполненных исследований разработаны геодинамические полигоны в районе городов Березники, Соликамск, Сургут, Нефтеюганск, Мегион, Лангепас, Жирновск, на Астраханском, Уренгойском и Оренбургском ГКМ, Юрубченско-Тохомском и Ванкорском месторождениях, месторождениях о.Сахалин, а также для отдельных нефтяных месторождений севера Пермской области. Результаты исследований и проекты полигонов согласовываются в органах Ростехнадзора. На отдельных реализованных полигонах коллектив кафедры выполняет инструментальные наблюдения по договорам с предприятиями. Разработан также проект мониторинга горизонтальных и вертикальных сдвигений морской ледостойкой платформы месторождения им.Ю.Корчагина на Каспии.

К ЮБИЛЕЮ ПНИПУ



Лекция профессора Эрвэ Лефера «Волоконно-оптический гироскоп: принцип и технология»

ЮБИЛЕЙ

Работы кафедры в области геомеханики при разработке месторождений углеводородов привели к созданию при университете «Центра геомеханики и геодинамики недр», работы которого не ограничиваются прогнозом и мониторингом оседаний и выработкой рекомендаций о необходимости создания маркшейдерско-геодезических полигонов. Оценка изменения НДС горного массива вокруг нефтяных скважин и оценка устойчивости конструкции скважины – одно из актуальных геомеханических направлений. Это направление развито при расчете НДС конструкции скважины в интервале соляных пород территории ВКМКС и при разработке геомеханической модели деформирования и разрушения конструктивных элементов нефтяных скважин в интервалах люлинворских глин на территории Западной Сибири. В последующем основные методические подходы были использованы при оценке прочности конструкции сверхглубокой скважины «Светловская-1» в интервалах соляных пород.

Новым и весьма перспективным направлением, развивающимся Центром геомеханики и геодинамики недр (и, соответственно, кафедрой) в области механики горных пород при разработке месторождений углеводородов является механика деформирования продуктивного коллектора и разработка рекомендаций по оптимизации режимов работы скважин. В процессе падения пластового давления происходит рост эффективных напряжений в продуктивных объектах, что, в свою очередь, приводит к их деформированию, смыканию трещин, и, как следствие, изменению поровой и трещинной проницаемостей. Эти эффекты можно описать, пользуясь законами геомеханики. Исследования в этом направлении выполнялись для ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Газпром добыча Оренбург», ООО «Газпром добыча Уренгой», ТПП «Лангепаснефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ Узбекистан Оперейтинг Компани», ООО «Востсибнефтегаз». Наиболее интересные результаты получены для ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «Востсибнефтегаз» (Юрубченско-Тохомское месторождение).

Следует отметить, что развитие данного направления предполагает знание не только геомеханики, но и геологического и гидродинамического моделирования. В распоряжении специалистов Центра имеются лицензионные программные комплексы для геологического и гидродинамического моделирования: «TEMPEST.MORE», «ECLIPSE», «TEXCHHEMA», «IRAP». Особенno перспективным следует считать разработку геолого-геомеханических моделей месторождений углеводородов. Геолого-Геомеханическая Модель (ГГМ) разрабатывается как для всего месторождения, так и для отдельного продуктивного объекта. В основе модели лежит геологическая модель, созданная в любом программном комплексе, геофизическая информация, гидродинамические параметры работы скважин (гидродинамическая модель) и геомеханическая модель, разрабатываемая в программном комплексе «ANSYS».

Опыт создания такой модели для Астраханского ГКМ, Гагаринского месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» показал, что она позволяет решать такие задачи, как выделение уплотненных и разуплотненных зон в пределах всего месторождения (укрупнено) и детально в пределах интересующего нас продуктивного объекта, определение закона снижения проницаемости в процессе отработки месторождения, построение прогнозных карт снижения проницаемости по горизонтам, разработка рекомендаций по размещению новых скважин на месторождении и прогноз начальной продуктивности новых скважин, анализ эффективности ГРП и обводненности скважин на основе параметров напряженности горного массива по данным модели.

Мировой опыт развития геомеханики однозначно указывает на приоритет использования численных методов для расчета НДС горных массивов. Анализические методы не потеряли своей актуальности, однако они постепенно вытесняются численными методами, позволяющими учитывать самые разнообразные геолого-технические ситуации, неоднородность среды, сложные модели поведения массива



Участники делегации из Перми, Иркутска, С.-Петербурга, Украины, Казахстана и Болгарии на конгрессе ISM, г.Аахен (Германия), сентябрь 2013 г.



ЮБИЛЕЙ

пород. Можно с полным основанием утверждать, что в будущем будут доминировать современные программные комплексы для расчетов НДС массивов. При этом возможно широкое использование только сертифицированных и тестированных пакетов, признанных на мировом уровне, таких, например, как специализированные для решения задач геомеханики пакеты фирмы «ITASKA» или программы, разработанные инженерным бюро проф. В.Виттке (FEST-03, HYD-03 и др.) Использование для решения сложных задач геомеханики несертифицированных и нетестированных пакетов, разработанных отдельными Российскими специалистами или небольшими группами специалистов, представляется малоперспективным и нецелесообразным занятием, т.к. любая серьезная экспертиза проекта забракует эти расчеты.

В настоящее время специалисты кафедры используют в основном программные комплексы «ANSYS» (на основе метода конечных элементов) и «3DEC» (на основе метода дискретных элементов). ПК «ANSYS», разработанный американским аэрокосмическим агентством «NASA» преимущественно для проблем машиностроения, благодаря своим громадным возможностям позволяет с успехом решать большинство задач горной геомеханики, при этом встроенные утилиты программирования позволяют реализовывать сложные модели поведения горного массива. Освоение этого программного пакета явилось новым этапом в развитии геомеханики на кафедре. В настоящее время реализованы следующие особые модели геомеханики.

1. Модель деформирования скального трещиноватого массива, учитывающая деформирование по системам трещин в допредельной и запредельной стадиях. Модель используется для расчета параметров процесса сдвижения горных массивов при разработке рудных месторождений, оценки устойчивости бортов карьеров, расчетов параметров НДС массивов вокруг подземных выработок рудных месторождений, оценки магнитуд техногенных сейсмических событий.

2. «Шатровая» модель деформирования слабых и средней прочности массивов, учитывающая как возможность разрушения горной породы, так и ее уплотнение вследствие уменьшения пористости материала. Модель используется для расчетов сдвигений горных пород при разработке месторождений углеводородов, уплотнения коллекторов, поведения под нагрузкой глинистых и пористых горных пород.

3. Модель деформирования соляных пород, учитывающая первичную, вторичную и третичную ползучести а также разрушение соляных пород. Модель используется для расчета параметров процесса сдвижения при разработке соляных месторождений, расчетов параметров НДС массивов вокруг подземных выработок месторождений калийно-магниевых солей.

4. Модель консолидации грунтов и горных пород, учитывающая деформирование под нагрузкой пористых материалов, изменение нейтрального и эффективного давлений. Модель используется для расчетов НДС горных пород при разработке месторождений углеводородов, НДС коллекторов, поведения под нагрузкой грунтовых материалов.

Имеющиеся модели широко использовались

при расчете параметров НДС горных массивов при разработке месторождений углеводородов и руд цветных металлов Казахстана и Урала, Михайловского карьера, Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей.

В последние два десятка лет в горной промышленности широко внедряются информационные технологии. Сотрудники кафедры, начиная с 1997 г., выполняют работы по внедрению цифровой картографии в оперативную деятельность маркшейдерских служб нефтегазодобывающих предприятий. В короткие сроки для ЗАО «ЛУКОЙЛ-Пермь» был создан основной масштабный ряд цифровых топографических карт на нефтяные месторождения предприятия. В 1999-2002 гг. велась разработка геоинформационных систем безопасной эксплуатации нефтепроводов и газопроводов. Интересные проекты в этом направлении были выполнены для ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», ООО «Пермтрансгаз», ОАО «Юганскнефтегаз».

Однако наиболее масштабные работы в области ГИС-технологий выполняются кафедрой для рудников горнодобывающих предприятий калийной отрасли – ОАО «Уралкалий». Во главе этого направления стоят доценты Катаев А.В., Кутовой С.Н.

Разрабатывая идеологию использования горно – геологических информационных систем на предприятиях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС), сотрудниками кафедры было принято решение о поэтапном внедрении её элементов. На первом этапе, с учётом многих критерий, было принято решение об использовании в качестве рабочего программного средства в маркшейдерских отделах геоинформационной системы Mapinfo.

На этом этапе наработана методика создания цифровых маркшейдерских планов рабочих пластов и территории промплощадки, разработаны классификаторы объектов горного производства и земной поверхности. По каждому пласту рудников ОАО «Сильвинит» созданы цифровые маркшейдерские планы. Уже на первом этапе цифровые планы применялись для планирования горных работ на очередной календарный срок. И одновременно с этим вскрылись задачи следующего этапа. Пополнение и анализ цифровых планов возможно и в существующей ГИС, но эффективность работы повышается, если использовать специальные программные средства.

Большие возможности по повышению информативности и доступности маркшейдерских планов предоставляет технология использования цифровых пространственных данных в составе корпоративной информационной системы. В этом случае лучшим хранилищем всех данных будет система управления базами данных (СУБД). При таком варианте работы с пространственными данными решаются вопросы многопользовательского доступа легальным пользователям к данным, обновление графических данных организовано через специализированные программные модули, которые попутно ещё и вводят в базу дополнительную важную информацию об объёмах добычи, потерях, разубоживании и другую. К каждому графическому объекту такой системы можно приписывать не только информацию, требуемую классификатором, но и достаточно большой объём разнооб-

ЮБИЛЕЙ

разных дополнительных данных, начиная от журналов полевых замеров и кончая параметрами закладочных работ.

Такая горная информационная система на втором этапе была разработана сотрудниками кафедры МДГиГИС ПНИПУ для рудников ОАО «Уралкалий». В настоящее время эта информационная система основана на возможности объединения СУБД Oracle графических объектов цифровых планов и информации из таблиц, что позволяет использовать технологии геоинформационных систем в качестве инструмента интеграции разнообразных табличных и пространственных характеристик самых разнородных объектов. Оперативно пополненные цифровые планы в разработанных специализированных приложениях получили распространение в повседневной работе различных инженерных служб рудников, причём не в виде бумажных распечаток, а в цифровой форме. Для организации широкого доступа потребовалось изменить способ хранения цифровой информации, сейчас они хранятся на сервере предприятия в СУБД Oracle.

Технологии, позволяющие создавать, хранить, перерабатывать и обеспечивать информацией горного инженера, геолога, маркшейдера и управленца, стали важным фактором повышения эффективности управления предприятием. Уровень использования такой информации становится одним из существенных факторов успешного экономического развития предприятия и его конкурентоспособности, как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Такая информация должна рассматриваться как специфическая форма ценнейшего материального ресурса. А в условиях современного динамического развития предприятий и усложнения горно-геологических условий эта информация становится таким же стратегическим ресурсом, как традиционные

материальные и энергетические ресурсы.

При выполнении определённых условий в процессе создания и последующем программном пополнении цифровые маркшейдерские планы будут точнее и качественнее бумажных, а их информативность существенно повышается.

В последнее время кафедра большое внимание уделяет самому современному методу мониторинга деформационных процессов земной поверхности техногенно нагруженных территорий – методу радарной космической дифференциальной интерферометрии. Как признание успехов в развитии данного направления является заключение договоров на выполнение этих работ с ОАО «Уралкалий», ОАО «НК «РОСНЕФТЬ», ОАО «Нарьянмарнефтегаз» и другими предприятиями.

Другим чисто маркшейдерским направлением является разработка новой станции профилирования шахт. Существующая станция СПШ-1 уже давно не производится промышленностью, что вызывает серьезные трудности при выполнении данных работ. Разрабатываемая станция уже в этом году должна пройти тестирование на шахтных стволах ОАО «Уралкалий». Ожидается, что она явится новым шагом, основанным на современных технических разработках.

Можно смело утверждать, что кафедра Маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета встречает свое 60-летие в расцвете творческих сил. Коллектив кафедры молод и талантлив, ему по плечу решение всех задач учебного процесса и многих задач горной и нефтяной науки!

На цветной схеме СНГ представлены основные научные и производственные проекты кафедры за последние десять лет. Мы надеемся, что география этих работ будет расширяться и укрупняться.



География научно-технических проектов кафедры МДГИГИС ПНИПУ за последние 10 лет

В апреле 2014 г. мы планируем проведение научно-практической конференции «Новые технологии в маркшейдерии», посвященной 60-летию кафедры.

Ждем Вас, дорогие друзья!

*Юрий Александрович Кашников, д.т.н., проф., зав.каф.
МДГиГИС ПермГТУ*

ЮБИЛЕИ

80 лет Роберту Андреевичу ТАКРАНОВУ



1 октября 2013 г. исполнилось 80 лет со дня рождения и 57 лет инженерной, научной и педагогической деятельности доктора технических наук профессора Такранова Роберта Андреевича.

Такранов Р.А. окончил маркшейдерский факультет Ленинградского горного института в 1956 г. В 1956-1961 гг. работал в геологоразведочных экспедициях и на руднике Алмалыкского ГМК. После окончания аспирантуры ЛГИ с 1961 г. работал во ВНИМИ младшим, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией шахтной геологии и геометризации недр. В 1966 г. защитил кандидатскую, в 1993 г. - докторскую диссертации. Тема докторской диссертации посвящена созданию научно-методических основ геолого-маркшейдерского обеспечения открытой разработки угольных месторождений.

Педагогической работой занимается более 20 лет: на курсах повышения квалификации маркшейдеров и геологов горнодобывающих отраслей при ЛГИ; с 1993 г. - профессор (по совместительству 0,5 ст.) кафедры маркшейдерского дела; с 2008 г. - профессор кафедры МД СПГГИ.

Роберт Андреевич на высоком научно-методическом уровне читает лекции и проводит практические занятия по дисциплинам: «Геометрия недр», «Рациональное использование и охрана недр» (специальность ГГ), «Основы геодезии и маркшейдерского дела» (специальности ТПП, ОП, ТО). Руководит дипломным проектированием студентов и ассистентами профессора маркшейдерской специальности, является научным руководителем двух аспирантов, активно участвует в научно-исследовательской работе студентов и подготовке докладов на конференциях разного уровня. Участвует в исследованиях кафедры по оценке техногенного воздействия горных предпри-

ятий на геологическую среду на основе геометризации недр.

Разумный и сдержанный консерватизм во взглядах позволяет Такранову Р.А. обеспечить корректировку уже сформулированных положений, вытекающих из исследований молодых ученых, работающих с самыми современными приборами и системами. Под руководством Такранова Р.А. защищены 4 кандидатские диссертации.

Такранов Р.А. - автор 130 печатных научных, учебных и нормативно-методических работ для специалистов-производственников. Роберт Андреевич, обладает аналитическим складом ума, глубокими знаниями и высоким профессионализмом, что позволяет ему генерировать новые научные идеи, трансформировать и развивать научное знание в широком спектре отраслей. Его монографии по разным научным направлениям во многом определяют современный статус старейшей кафедры университета. Из публикаций монографий издательства «Недра» следует отметить следующие работы: «Геологические работы на угольных карьерах», «Геологическая фотодокументация горных выработок», «Геологические основы прогноза трещиноватости угленосных отложений платформенного типа», «Геологические и природные факторы эндогенных пожаров на угольных карьерах». Монография «Геологическое обеспечение буровзрывных работ на угольных карьерах» опубликована в 2006 г., а в 2011 г. вышла монография «Квадиметрия угольных месторождений». Он автор пяти изобретений (патентов), из которых два зарегистрированы в 2007 г. (бюлл. №34) и 2008 г. (бюлл. №7). Учебное пособие «Оперативное определение показателей качества и свойств угля в маркшейдерско-геологической практике» издано СПГГИ в 2005 г.

Такранов Р.А. является членом ученого совета Д 212.224.08. Консультирует подготовку докторских диссертаций, неоднократно был официальным оппонентом при защите диссертаций. Участвует в общественно-профсоюзной жизни кафедры МД, является куратором студентов группы ГГ-12-2.

Такранов Р.А. - действительный член академии горных наук, академик МАНЭБ.

В этот знаменательный день руководство Горного университета и коллектив кафедры маркшейдерского дела, а также редакция журнала «Маркшейдерский вестник» от всей души желают Роберту Андреевичу доброго здоровья на многие годы, счастья и благополучия в личной жизни, успехов в творческой деятельности и еще долгие годы передавать свой бесценный опыт молодому поколению!



В РОСТЕХНАДЗОРЕ ПОЗДРАВИЛИ ВЕТЕРАНОВ

21 августа 2013 г. в зале заседаний Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору поздравили ветеранов ведомства с профессиональными праздниками: Днем металлурга (21 июля), Днем строителя (11 августа), Днем шахтера (25 августа) и Днем работников нефтяной и газовой промышленности (1 сентября).

Первым собравшихся тепло поздравил председатель Совета ветеранов М.П.Васильчук (фото 1), особо отметив труд шахтеров как наиболее сложный и опасный. Он выразил сожаление о том, что на встречу пришло небольшое число из 80 состоящих на учете ветеранов: кто-то из-за болезни, кто-то в силу преклонного возраста, как например Иван Алексеевич Бабокин (заместитель председателя Госгортехнадзора СССР), которому исполнилось 99 лет.



Фото 1. Поздравление Васильчука М.П.

От Ростехнадзора ветеранов поздравил начальник Управления по надзору в угольной промышленности Г.П.Ермак (фото 2). Он отметил положительный факт, что среди руководителей, ведущих специалистов ведомства и его территориальных органов работают люди с большим производственным и жизненным опытом, и отрицательный — недостаток квалифицированных кадров в угольной промышленности. Однако, несмотря на это, в 2012 г. впервые показатель травматизма на 1 млн.т добычи угля составил 0,1. Конечно, этому способствовало закрытие около 200 наиболее опасных шахт, развитие менее опасного открытого способа добычи полезного ископаемого, использование высокопроизводительной и безопасной техники, сокращение числа работающих в опасных зонах, а также работа надзорного органа.



Фото 2. Поздравление Ермака Г.П.

От коллектива группы компаний «Промышленная безопасность» ветеранов поздравила генеральный директор ЗАО НТЦ ПБ Е.В.Кловач (фото 3). Она передала в фонд открываемого Союзом маркшейдеров России музея маркшейдерского дела, где будет храниться информация о российских маркшейдерах, их опыте работы, личные вещи и инструменты, по-

дарки: книгу, выпущенную к 290-летию горного надзора, и тарелки с сюжетами на тему соблюдения правил безопасности.



Фото 3. Поздравление Кловач Е.В. и вручение памятных подарков

Заместитель начальника Госгортехнадзора России в отставке А.И.Субботин (фото 4) поблагодарил Г.П.Ермака за теплые слова поздравления и поддержал его в том, что для обеспечения безопасности на шахтах многое делается: на проходческих и добывочных работах используется высокопроизводительная техника, на опасных рабочих местах занято меньшее число людей. Он напомнил, что когда возглавлял шахту «Воргашерская», то шестью лавами добывали 6,5 млн.т угля в год, сейчас одной лавой — 3,5 млн.т.



Фото 4. Поздравление Субботина А.И.

В заключение М.П.Васильчук вручил А.А.Массальскому (фото 5), управляющему делами Госгортехнадзора России, Ростехнадзора в отставке, недавно отметившему 70-летие со дня рождения, почетную грамоту и поздравительный адрес Ростехнадзора.



Фото 5. Вручение почетной грамоты Ростехнадзора Массальскому А.А.

Совету ветеранов были вручены памятные подарки, а ветеранам оказана материальная помощь. Спонсорскую помощь для организации чествования ветеранов оказали ОАО «СУЭК» и Союз маркшейдеров России.

ИНФОРМАЦИЯ



**Общероссийская общественная организация
«Союз маркшейдеров России»**

ОКПО 00069730; Р/счет 4070381040000000032
 ОГРН 1037700085873; в ООО КБ «Лайтбанк» г.Москва;
 ИНН/КПП 7703113723/770101001; К/счет 3010181070000000381;
 БИК 044583381

107078, г. Москва, а/я 289;
 (499) 263-15-55; факс (495) 641-00-45;
smr@mwork.su ; www.mwork.su

от «11» июля 2013 г. № 03-02/331
на № _____ от _____ 2013

Руководителям горно-
и нефтегазодобывающих организаций

Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России» совместно с Некоммерческим партнерством «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело», при участии Управления горного надзора Ростехнадзора, проводят в 2013-2014 годах следующие мероприятия:

Мероприятие	Место проведения	Даты проведения	Стоимость руб.
XV Международный Маркшейдерский Конгресс ISM 2013 (проводится 1 раз в 3 года)	г. Аахен (Германия)	15.09.2013 – 22.09.2013	227 000
Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование»	г. Сочи	30.09.2013 - 05.10.2013	44 870
Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании»	г. Москва	21.10.2013 – 26.10.2013	37 650
Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность и геолого-маркшейдерское обеспечение работ при добыче углеводородного сырья»	г. Тюмень	24.02.2014 – 28.02.2014	35 400
Семинар-совещание «О проекте федеральных норм и правил по производству маркшейдерских работ»	г. Новый Уренгой	24.03.2014 – 30.03.2014	29 870
Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр»	г. Кисловодск	26.05.2014 – 31.05.2014	43 650
Всероссийская научно-практическая конференция «Рациональное и безопасное недропользование»	г. Сочи	29.09.2014- 04.10.2014	44 870
Международная выставка геодезии, маркшейдерии, геоинформации и технологий управления земельными ресурсами «INTERGEO-2014»	г. Берлин (Германия)	06.10.2014 – 11.10.2014	220 000
Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании»	г. Санкт-Петербург	20.10.2014 – 24.10.2014	37 650

В целях повышения экономической эффективности разработки месторождений полезных ископаемых, повышения уровня промышленной безопасности, качества геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ, прошу внести в план мероприятий на 2013-2014 годы участие в работе вышеперечисленных конференций руководителей служб промышленной безопасности, геолого-маркшейдерских служб, их ведущих специалистов.

Более подробная информация на сайте www.gorobr.ru.

Исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»

В.В. Грицков

Л.И. Моторная
(499) 263-15-55