

ISSN-2073-0098

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC-TECHNICAL AND PRODUCTION MAGAZINE



АРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТНИК

MINE SURVEYING BULLETIN

№ 4 2011

Июль - Август
July - August

ФГУП Гипроцветмет
г. Москва



ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ» ПРЕДЛАГАЕТ НА УСЛОВИЯХ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

Выполнение полного комплекса предпроектных и проектных работ на строительство и реконструкцию ГОК и ГМК цветной металлургии с проведением всех необходимых согласований проектной документации и получением положительных заключений Главгосэкспертизы и разрешения на строительство объектов.

Концепция разработки проектных работ ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТА» базируется на апробированных Российскими и западными банками компьютерных программах «PROJECT EXPERT» и «АЛЪТ-ИНВЕСТ», обеспечивающих организационно-технологическую поддержку инвестиционного процесса, начиная от предварительного анализа до принятия решения по финансированию.

Гипроцветметом освоены и применяются в практической деятельности ряд специальных программных продуктов:

- AutoCAD - графический редактор для выполнения всех чертежных работ;
- АЛЪТ-ИНВЕСТ - для коммерческой оценки инвестиционных проектов;
- TECNE BASE - для составления геологической модели месторождения;
- DATAMINE, SURPACK - для составления объемных моделей месторождения, подсчета запасов, проектирования карьеров, подземных рудников и их оптимизации;
- МАСТЕР-КИП, PROFESSIONAL ELECTRIC - для согласованного выполнения принципиальных электрических схем, схем внешних соединений и кабельных журналов;
- ЭФИР - для расчета рассеяния загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- СПЕС - для составления спецификаций оборудования и материалов;
- КОСМОС-3, ABC - для выполнения сводных, объектных и локальных смет;
- ЛИРА - для расчета строительных конструкций;
- МОНОМАХ - для расчета фундаментов под строительные конструкции;
- GEOD - для проектирования генпланов;
- 1С - бухгалтерский комплекс;
- ДАСПИ - планирование и управление проектированием.

Постоянно обновляется парк компьютеров и множительной техники.

Особое место в сфере деятельности ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ» занимает издательская деятельность. В течение 19 лет издается научно-технический и производственный журнал «Маркшейдерский вестник».

Наш адрес для справок и заключения договоров:

**ФГУП «Гипроцветмет» 129515 г.Москва, ул.Академика Королева, 13, а/я 51
тел.:(495)660-92-00, факс (495)616-95-55, e-mail:office@giprocm.ru, www.giprocm.ru**

На 1 стр. обложки: объект генерального проектирования ФГУП «Гипроцветмет» - совместное российско-монгольское предприятие ГОК «Эрдэнэт». Промплощадка карьера по добыче медно-молибденовых руд.

Журнал издается 19-й год (с 1992 г.) и продолжает традиции периодических научно-технических изданий по маркшейдерскому делу, выходявших в России и СССР в 1910-1936 гг.

Издатель – ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»
Директор, кандидат экономических наук **Потылицын Виталий Алексеевич**

Председатель Редсовета, д.т.н., проф.,
Академик АГН
Иофис Михаил Абрамович

Члены Редсовета:

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

Редактор
МОЛОДЫХ Ирина Валерьевна

Дизайн полноцвета
АЛПАТОВ Алексей Васильевич

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) 615-12-00
E-mail: office@giprocm.ru; metago@mail.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 18.07.2011 г.

Индекс в каталоге Агентства
Роспечати: 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

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ВЕСТИНИК

№4 (84), июль – август, 2011 г.

Учредители:
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ
СОЮЗ ЗОЛОТОПРОМЫШЛЕННИКОВ
ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

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

**«Если без науки не может быть современной
промышленности, то без нее не может быть
современной науки»**

Д.И.Менделеев

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

- **В Союзе маркшейдеров России**
- **ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**
- **ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС**
- **ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ**
- **ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**
- **По материалам конференций**
- **ИНФОРМАЦИЯ**

Учредители, издатель, редакционный совет и редакция научно-технического и производственного журнала «Маркшейдерский вестник» сердечно поздравляем наших читателей с праздниками: 17 июля – Днем Metallурга, 28 августа – Днем Шахтера.

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
– В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ	5
Проект инструкции по оформлению горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых	6
– ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ	
В.В.Чемезов. Причины появления потерь золота с торфами вскрыши при разработке россыпей открытым раздельным способом	13
– ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС	
С.Э.Никифоров. Маркшейдерский контроль состояния недр в условиях нефтегазодобычи	17
И.М.Залялов, Ю.О.Кузьмин, С.А.Тихоцкий, Д.Ю.Шур. Оценка влияния пространственно-временных вариаций магнитного склонения на точность проходки наклонно-направленных скважин (на примере месторождений ОАО «НК «Роснефть»)	22
В.Н.Гусев, Шахин Али Фуад, В.К.Носов. Применение лазерно-сканирующих систем при крупномасштабной топографической съёмке в городских условиях	32
Я.В.Самохлеб. Особенности ведения маркшейдерских работ при строительстве криволинейных участков с использованием механизированных тоннелепроходческих комплексов	36
Ф.М.Аггеев. К вопросу создания Большого Чертежа	39
– ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ	
М.А.Иофис, Е.Н.Есина, В.Е.Мараков, А.Н.Чистяков. Геомеханические критерии безопасной отработки Гремячинского месторождения калийных солей	44
А.Е.Кирков. Применение аналитико–экспериментальных методов для прогноза вертикальных сдвижений и деформаций земной поверхности на месторождениях с неизученным характером процесса сдвижения	53
А.В.Тетерин. Динамика точки максимального оседания	57
– ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
Тахир Мусса М. (Чад), В.И.Тагасов, С.Е.Германова, В.М.Елисеев, Л.Н.Кашпар. Нефтяная промышленность республики Чад и ее влияние на окружающую среду	59
Ю.М.Игнатов, А.Ю.Игнатова, А.В.Папин, Д.С.Корецкий. Новые аспекты рекультивации нарушенных земель в Кузбассе	63
– ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ	67
– ИНФОРМАЦИЯ	69

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ



Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»

ОКПО 00069730;
ОГРН 1037700085873;
ИНН/КПП 7703113723/770101001;

Р/счет 40703810400000000032
в ООО КБ «Лайтбанк» г.Москва;
К/счет 30101810700000000381;
БИК 044583381

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

от 16.08.2011 №03-02/309
на № _____ от _____ 2011

Руководителям
горно- и нефтегазодобывающих
организаций

Общероссийская организация «Союз маркшейдеров России» доводит до Вашего сведения, что в соответствии с Государственным контрактом №35-ГК/2011 от 17.05.2011 с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору на выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Совершенствование нормативно-правовой базы по вопросам безопасного недропользования и маркшейдерского обеспечения горных работ. Разработка проектов Инструкции по оформлению горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых и Инструкции по рассмотрению и утверждению планов (программ) развития горных работ» разработала и представила в установленные контрактом сроки проекты указанных инструкций (прилагаются).

Подготовленные Союзом маркшейдеров России проекты Инструкции по оформлению горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых и Инструкции по рассмотрению и утверждению планов (программ) развития горных работ были рассмотрены в рамках круглых столов на двух всероссийских научно-практических конференциях, проводимых Общероссийской организацией «Союз маркшейдеров России» совместно с Российским геологическим обществом: «Новые технологии в горном деле, геологическом и маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ (г. Москва, 18-22 октября 2010г.) и «Промышленная безопасность при недропользовании и охрана недр» (г. Кисловодск, 16-21 мая 2011г.), а также на двух совместных заседаниях Центрального и Научно-технического советов Общероссийской организации «Союз маркшейдеров России». Проекты инструкций размещались на сайте www.mwork.su.

Работа над проектами инструкций продолжается. Ваши замечания и предложения по их доработке будут обобщены во взаимодействии с Ростехнадзором и ускорят принятие нормативных документов в установленном порядке.

Исполнительный директор
ООО «Союз маркшейдеров России»

В.В. Грицков

ИНСТРУКЦИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ГОРНЫХ ОТВОДОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

I. Общие положения

1. Настоящая Инструкция по оформлению горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых (далее - Инструкция) разработана с учетом требований Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. №2395-1 «О недрах» (с изменениями), «Положения о порядке лицензирования пользования недрами», утвержденного постановлением Верховного Совета Российской Федерации от 15.07.1992 №3314-1 (с изменениями), Федерального закона от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями), в соответствии с Положением о государственном надзоре за безопасным ведением работ, связанных с использованием недрами, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 02.02.2010 №39, Положением о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30.07.2004 №401 (с изменениями).

2. Инструкция устанавливает порядок уточнения границ горных отводов в случаях разработки месторождений полезных ископаемых на территории Российской Федерации, в пределах континентального шельфа и морской исключительной экономической зоны Российской Федерации. Субъекты Российской Федерации могут устанавливать иной порядок уточнения границ горных отводов для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых, не противоречащий требованиям и положениям настоящей Инструкции. Особенности уточнения горных отводов в случаях разработки месторождений нефти, газа, газоконденсата и теплоэнергетических вод, а также строительства и эксплуатации подземных хранилищ газа и продуктов переработки углеводородов устанавливаются «Инструкцией о порядке предоставления горных отводов для разработки газовых и нефтяных месторождений», утвержденной Госгортехнадзором России 11.09.96 №35 и зарегистрированной Минюстом России 09.10.96 за №1175, а особенности уточнения границ горных отводов в случаях строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, устанавливается «Инструкцией по оформлению горных отводов для использования недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых», утвержденной постановлениями МПР России и Госгортехнадзора России 25.03.1999 №18/24 и зарегистрированной Минюстом России 27.04.1999 №1766.

3. В соответствии со ст.7 Закона Российской Федерации «О недрах» горным отводом называется геометризованный блок недр. В соответствии с указанной статьей при определении границ горного отвода учитываются пространственные контуры месторождения полезных ископаемых, положение участка

строительства и эксплуатации подземных сооружений, границы безопасного ведения горных и взрывных работ, зоны охраны от вредного влияния горных разработок, зоны сдвижения горных пород, контуры предохранительных целиков под природными объектами, зданиями и сооружениями, разности бортов карьеров и разрезов и другие факторы, влияющие на состояние недр и земной поверхности в связи с процессом геологического изучения и использования недр. Предварительные границы горного отвода устанавливаются при предоставлении лицензии на пользование недрами. После разработки технического проекта, получения на него положительного заключения государственной экспертизы, согласования указанного проекта в установленном порядке документы, определяющие уточненные границы горного отвода (с характерными разрезами, ведомостью координат угловых точек), включаются в лицензию в качестве неотъемлемой составной части. Пользователь недр, получивший горный отвод, имеет исключительное право осуществлять в его границах пользование недрами в соответствии с предоставленной лицензией. Любая деятельность, связанная с пользованием недрами в границах горного отвода, может осуществляться только с согласия пользователя недр, которому он предоставлен.

4. В соответствии со ст.51 Закона Российской Федерации «О недрах» самовольное пользование недрами и самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых прекращаются без возмещения затрат, произведенных за время незаконного пользования недрами.

5. В соответствии со ст.19.1 Закона Российской Федерации «О недрах» пользователи недр, осуществляющие разведку и добычу полезных ископаемых или по совмещенной лицензии геологическое изучение, разведку и добычу полезных ископаемых, в границах предоставленных им в соответствии с настоящим Законом горных отводов имеют право на основании утвержденного технического проекта для собственных нужд осуществлять добычу общераспространенных полезных ископаемых в порядке, установленном соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Пользователи недр, осуществляющие разведку и добычу полезных ископаемых или по совмещенной лицензии геологическое изучение, разведку и добычу полезных ископаемых, в границах предоставленных им горных отводов имеют право на основании утвержденного технического проекта для собственных нужд осуществлять добычу подземных вод (для технологического обеспечения водой) в порядке, установленном федеральным органом управления государственным фондом недр.

6. В соответствии с п.1 Положения о лицензировании производства маркшейдерских работ, утвер-

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

жденного постановлением Правительства Российской Федерации от 26.06.2006 №392 производство маркшейдерских работ включает ведение горной графической документации и обоснование границ горных отводов.

7. Проект горного отвода составляется организацией, имеющей лицензию на производство маркшейдерских работ.

8. Добыча полезных ископаемых осуществляется после получения документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода, и в пределах этих границ.

Документы, удостоверяющие уточненные границы горного отвода включая характерные разрезы и ведомость координат (далее - горноотводная документация) выдаются на основании проекта горного отвода. Проект горного отвода может включаться в состав технического проекта разработка месторождения полезных ископаемых специальным разделом «Обоснование границ горного отвода».

9. Горноотводная документация выдается на срок действия лицензии на пользование недрами.

10. Горноотводная документация, выданная в установленном порядке до введения в действие настоящей Инструкции, подлежат переоформлению только в случаях, предусмотренных пп.46, 47.

11. В случаях, когда месторождение полезного ископаемого находится на территории, поднадзорной двум территориальным органам Ростехнадзора, горноотводная документация оформляется Ростехнадзором или по его поручению одним из этих территориальных органов.

II. Основные требования к уточнению границ горного отвода

12. Уточненные границы горного отвода устанавливаются только на ту часть предоставленного в пользование участка недр, запасы полезной ископаемого которого прошли государственную экспертизу запасов. Если лицензией на пользование недрами предусматривается в целях разведки и (или) геологического изучения недр добыча полезных ископаемых, то границы горного отвода уточняются в соответствии с условиями лицензии на пользование недрами, включая участки недр, запасы которых не прошли государственную экспертизу запасов.

13. Границы горного отвода уточняются в целях обеспечения безопасности ведения горных работ, правильности разработки месторождений полезных ископаемых, охраны зданий и сооружений от вредного влияния горных работ, защиты интересов недропользователя и государства.

14. При определении уточненных границ горного отвода учитываются условия лицензий на пользование недрами, а также все горно-геологические и горнотехнические факторы, обуславливающие безопасную и рациональную разработку месторождений полезных ископаемых, охрану зданий и сооружений от вредного влияния работ, связанных с использованием недрами, обоснованные техническими проектами, планами и схемами развития горных работ. Для пре-

дотвращения потерь запасов полезных ископаемых из-за застройки объектами, не связанными с разработкой месторождений полезных ископаемых, обеспечения нормального технологического цикла горных работ все виды зон охраны включаются в уточненные границы горных отводов как внутри предварительных границ горного отвода, так и за их пределами за исключением площадей смежных участков недр, предоставленных в пользование в предварительных границах (далее - лицензионные участки). Включение в уточненные границы части смежного лицензионного участка может осуществляться только с письменного согласия его пользователя.

15. В уточненные границы горного отвода включается минимальный блок недр с размерами, достаточными для обеспечения требований п.14 настоящей Инструкции.

16. Блок недр, включаемый в уточненные границы горного отвода, сверху и снизу оконтуривается горизонтальными плоскостями, а с боков оконтуривается вертикальными плоскостями. Границы оконтуривающих плоскостей формируются в виде прямых линий. Количество оконтуривающих плоскостей и их размеры подбираются, исходя из требований пп.14 и 15. Совокупность оконтуривающих плоскостей должна составлять замкнутый объем.

17. В случаях выявления технических ошибок при установлении предварительных границ горного отвода, приводящих к их наложению на смежных лицензионных участках, уточненные границы проводятся таким образом, чтобы спорные запасы полезных ископаемых были разделены поровну между смежными лицензионными участками. В иных случаях включение в уточненные границы части смежного лицензионного участка допускается только в целях исполнения требований п.14 при наличии письменного согласия пользователя смежным лицензионным участком.

18. Не допускается наложение уточненных границ горных отводов смежных лицензионных участков.

19. Горный отвод в уточненных границах может состоять из нескольких отдельных участков недр и представлять собой рассредоточенный горный отвод. При этом на каждый из таких отдельных участков может оформляться своя горноотводная документация.

20. Горный отвод в уточненных границах не может включать два и более лицензионных участков, даже если они предоставлены в пользование одному недропользователю. На каждый лицензионный участок оформляется своя горноотводная документация. Проект горного отвода при этом может быть общим.

21. При совмещении границ двух лицензионных участков в плане участок недр от земной поверхности до верхнего эксплуатационного объекта (пласта, залежи, рудного тела, подземного сооружения) включается в уточненные границы горного отвода, содержащего верхний эксплуатационный объект, в объеме достаточном для проводки горных выработок к эксплуатационному объекту и в соответствии с требованиями п.14 настоящей Инструкции. Участок недр на площади совмещения двух лицензионных участков от

подошвы эксплуатационного объекта верхнего лицензионного участка до эксплуатационного объекта нижнего лицензионного участка включается в уточненные границы горного отвода нижнего эксплуатационного участка в объеме, достаточном для проводки горных выработок к эксплуатационному объекту и в соответствии с требованиями п. 14 настоящей Инструкции.

22. При уточнении границ предварительные границы горного отвода, установленные при лицензировании пользования недрами, указываются в географической системе координат, переводятся в государственную систему прямоугольных координат СК-95 или местную систему прямоугольных координат. Для месторождений твердых полезных ископаемых допускается использование условной системы прямоугольных координат СК-42. Для месторождений общераспространенных полезных ископаемых допускается использование условной системы координат СК-63.

23. В случае переоформления горноотводной документации по причинам изменения ранее установленных уточненных границ горного отвода составляется новый проект горного отвода или раздел технического проекта «Обоснование границ горного отвода», или дополнение к действующему проекту горного отвода (далее - проект горного отвода).

24. Не допускается оставлять за контурами уточненных границ горного отвода запасы полезного ископаемого, предоставленные пользователю недр при лицензировании, а также запасы, разработка которых по технико-экономическим причинам иным недропользователем нецелесообразна. В отдельных случаях производится списание этих запасов в установленном порядке, либо они включаются в уточненные границы горного отвода, за исключением площадей смежных лицензионных участков. Нецелесообразность разработки запасов полезных ископаемых иным недропользователем по технико-экономическим причинам в случае, когда количество выявленных за пределами предварительных границ горного отвода запасов полезных ископаемых превышает 5 % от числящихся на учете пользователя недр, удостоверяется решением государственной экспертизы запасов полезных ископаемых.

В случае расположения запасов полезных ископаемых нецелесообразных к разработке иным недропользователем на смежном лицензионном участке, включение этих запасов в уточненные границы горного отвода осуществляется только при наличии письменного согласия пользователя смежным лицензионным участком. При несогласии пользователя смежного лицензионного участка указанные запасы снимаются с государственного учета только по причинам их добычи либо после отнесения их в сверхнормативные потери и уплаты за них налога на добычу полезных ископаемых.

25. При добыче общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод на основании ст. 19.1 Закона в пределах уточненных границ для добычи иного вида полезного ископаемого (далее - основ-

ной горный отвод) проект горного отвода дополняется сведениями о сроках и объемах разработки общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод, маркшейдерским планом карьера общераспространенных полезных ископаемых или водозабора подземных вод и не менее чем двумя характерными вертикальными разрезами.

При расположении карьера и предусмотренных к отработке запасов общераспространенных полезных ископаемых или водозабора подземных вод внутри основного горного отвода переоформление горноотводной документации не требуется. При этом один экземпляр дополнения к проекту горного отвода направляется в подразделение Ростехнадзора. Сопроводительное письмо, титульный лист дополнения к проекту горного отвода, маркшейдерский план и характерные вертикальные разрезы подписываются главным маркшейдером организации - пользователя недр, а подпись скрепляется печатью. В случаях, предусмотренных п.33 настоящей Инструкции, сопроводительное письмо, титульный лист дополнения к проекту горного отвода, маркшейдерский план и характерные вертикальные разрезы могут подписываться главным маркшейдером сторонней организации.

В случае необходимости включения в уточненные границы горного отвода предусмотренных к отработке запасов общераспространенных полезных ископаемых или водозабора подземных вод, горноотводная документация переоформляется в установленном настоящей Инструкцией порядке.

III. Содержание проекта горного отвода

26. Проект горного отвода состоит из пояснительной записки и горной графической документации.

27. В пояснительной записке указываются: данные о пользователе недр, получившем лицензию;

- данные об операторе, разрабатывающем месторождение (при наличии);
- указание предварительных границ участка недр, предоставленного в пользование;
- данные о целевом назначении работ, связанных с использованием недрами;
- наименование организации, осуществляющей проектирование предприятия по добыче полезного ископаемого и (или) подготовившей проект горного отвода (при включении обоснований уточненных границ горного отвода в состав технического проекта разработки месторождения или привлечения для подготовки проекта горного отвода сторонней организации);
- общие сведения о территории над горным отводом (географическое и административное местоположение, величина площади, застроенность, использование и т.д.);
- краткая геологическая и гидрогеологическая характеристика месторождения (размеры и элементы залегания пластов, рудных тел, залежей, жил и др.), горно-геологические и гидрогеологические условия разработки месторождения, общие сведения о смежных лицензионных участках;

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

- разведанность месторождения, данные о количестве, качестве, категоричности, вещественном составе разведанных, утвержденных запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а при открытой разработке – также и вскрышных пород;
- технико-экономическое обоснование уточняемых границ горного отвода, с учетом контуров утвержденных запасов, рационального и комплексного использования полезных ископаемых при их добыче и переработке (подготовке), а также требований по безопасному ведению работ при пользовании недрами, охраны недр и окружающей среды;
- выполнение условий лицензии на пользование недрами в части границ горного отвода.

28. Горная графическая документация проекта горного отвода состоит из маркшейдерского плана горного отвода (далее – маркшейдерский план), геологических (структурных) карт и не менее двух характерных вертикальных разрезов, составленных в соответствии с установленными требованиями и с нанесением уточняемых границ горного отвода.

29. На маркшейдерском плане показывается рельеф поверхности и пункты опорной маркшейдерской сети, границы лицензионного участка недр, выходы залежей полезных ископаемых на земную поверхность или под наносы, устья существующих горных выработок (шахт, штолен, шурфов и т.д.), разведочных и других скважин; границы населенных пунктов; существующие на территории месторождения и вблизи него сооружения; здания с указанием их этажности и категоричности; контуры уточняемых границ горного отвода с обозначением угловых точек и границ вредного влияния горных разработок.

В свободной части маркшейдерского плана помещается ведомость координат x , y , z угловых точек уточняемых границ горного отвода, определяемых графически по плану и разрезам, указывается площадь (в гектарах) проекции горного отвода в уточняемых границах на горизонтальную плоскость, дата составления маркшейдерского плана. При этом по z указывается верхняя и нижняя координата.

Сверху с правой стороны маркшейдерского плана наносится надпись для удостоверения уточненных границ горного отвода должностным лицом Ростехнадзора (Приложение 2).

Масштаб маркшейдерского плана принимается в зависимости от размеров изображаемого участка, характера и назначения предприятия по добыче полезных ископаемых, но должен быть не мельче 1:5000. Для горных отводов, имеющих значительную площадь, разрешается предоставление маркшейдерского плана в масштабе до 1:100000 по согласованию с Ростехнадзором или его территориальным органом.

Маркшейдерский план, представленный для оформления уточненных границ горного отвода, изготавливается на материале (бумага, лавсан, калька), обеспечивающем длительное хранение и устойчивость закрепления подписи и печати.

30. На геологических картах и вертикальных разрезах показывается геологическое строение месторождения и прилегающей территории, контуры залежей полезных ископаемых, их выходы на земную поверхность или под наносы, тектонические нарушения, места размылов, выклиниваний и других не пригодных для использования участков; гидрогеологические и инженерно-геологические условия залегания месторождения и ближайшей к нему территории; контуры подсчета утвержденных запасов полезных ископаемых; контуры промышленных запасов; контуры уточняемых границ горного отвода. В случаях использования государственной системы координат или условной системы координат СК-42 на геологические карты и вертикальные разрезы координатная сетка не наносится.

Для разработки месторождения полезных ископаемых, представленных комплексом рудных тел, а также месторождений угля представляются также погоризонтные и гипсометрические планы всех разведанных пластов и рудных тел, влияющих на геометризацию уточняемых границ горного отвода в масштабе 1:5000 с нанесением на них уточняемых границ горного отвода.

31. На маркшейдерском плане контуры уточняемых границ горного отвода для разработки месторождения угля, состоящего из двух или более пластов, определяются по проекциям крайних угловых точек пластов с учетом углов сдвига при последующей разработке месторождения.

IV. Порядок оформления уточненных границ горного отвода

32. Для получения горноотводной документации пользователь недр представляет в Ростехнадзор или его территориальный орган письмо (заявку), проект горного отвода и следующие приложения:

- копия лицензии на пользование недрами, включая приложения к ней;
- копия документов по согласованию и государственной экспертизе технического проекта разработки месторождения полезного ископаемого или копия документа по согласованию годового плана развития горных работ в случаях добычи полезных ископаемых в целях разведки и (или) геологического изучения недр;
- копия решения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых (при наличии);
- копия решения государственной экспертизы запасов по участкам недр, содержащим запасы, разработка которых по технико-экономическим причинам, иным недропользователем нецелесообразна (при необходимости);
- копия лицензии на производство маркшейдерских работ организации, подготовившей проект горного отвода;
- копия лицензии на деятельность со сведениями, содержащими государственную тайну (при необходимости);
- данные по ключам перевода из местной системы координат в государственную систему пря-

моугольных координат СК-95 (при использовании местной системы координат).

В случаях, предусмотренных п.33 настоящей Инструкции, дополнительно представляются следующие приложения:

- выкопировка из договора пользователя недр и сторонней организации на составление проекта горного отвода, удостоверяющая возможность подписания проекта горного отвода должностными лицами сторонней организации;
- копия лицензии на производство маркшейдерских работ сторонней организации;
- копия лицензии на деятельность со сведениями, содержащими государственную тайну сторонней организации (при необходимости).

33. Титульный лист проекта горного отвода, три экземпляра маркшейдерского плана и три экземпляра двух или более характерных вертикальных разрезов подписываются главным маркшейдером организации - пользователя недр, а подпись скрепляется печатью.

В случае, когда организация - пользователь недр привлекает по договору стороннюю организацию, письмо (заявку) может подписывать главный маркшейдер сторонней организации, проект горного отвода, экземпляры маркшейдерского плана и вертикальных разрезов могут быть подписаны главным маркшейдером сторонней организации, если возможность такого подписания предусмотрена в договоре.

34. Проект горного отвода рассматривается подразделением Ростехнадзора или его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора (далее - подразделение Ростехнадзора), которое принимает соответствующее решение не позднее 30 дней после получения проекта горного отвода. Полномочия по оформлению горноотводной документации распределяются (устанавливаются) согласно приказу по Ростехнадзору и (или) его территориальному органу.

В случае необходимости, по требованию подразделения Ростехнадзора пользователь недр предоставляет дополнительные документы и объяснения по вопросам, связанным с уточняемыми границами горного отвода. Подразделение Ростехнадзора при наличии зданий и сооружений, не связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых, расположенных в границах вредного влияния горных работ и зонах охраны или при возникновении существенных разногласий между ним и пользователем недр вправе назначить проведение экспертизы промышленной безопасности представленных материалов. В этом случае срок принятия решения соответственно продлевается, но не более чем на 10 дней с момента получения дополнительно запрашиваемых документов и объяснений или экспертного заключения. Горноотводная документация при наличии отрицательного заключения экспертизы промышленной безопасности не оформляется.

35. При оформлении горноотводной документации подразделением Ростехнадзора проверяется правильность и обоснованность уточняемых границ

горного отвода с учетом требований законодательства о недрах, настоящей Инструкции, а также других нормативных правовых документов.

В случае отказа в оформлении горноотводной документации заявителю направляется письмо за подписью руководителя подразделения Ростехнадзора с обоснованием причин отказа.

36. В состав горноотводной документации входят: горноотводный акт, составленный по форме приложения 1, маркшейдерский план с ведомостью координат угловых точек уточненных границ горного отвода и не менее двух характерных вертикальных разрезов.

37. Горноотводная документация составляется в трех пронумерованных экземплярах, подписывается руководителем подразделения Ростехнадзора и скрепляется печатью с надписью «Для горных отводов» и наименованием подразделения Ростехнадзора.

38. Первые экземпляры горноотводной документации передаются пользователю недр либо в порядке предусмотренном п.33, передаются сторонней организации. Вторые экземпляры горноотводной документации хранятся в подразделении Ростехнадзора. Третьи экземпляры горноотводной документации передаются подразделением Ростехнадзора в соответствующий территориальный орган Роснедр для государственной регистрации в качестве приложения к лицензии на пользование недр.

39. В случае, когда горные графические материалы попадают под действие законодательства о государственной тайне, в территориальный орган Роснедр для государственной регистрации в качестве приложения к лицензии на пользование недрами из горноотводной документации направляется горноотводный акт и характерные вертикальные разрезы, в который включается ведомость координат угловых точек горного отвода. Третий экземпляр маркшейдерского плана остается на хранении в подразделении Ростехнадзора. По запросу территориального органа Роснедр третий экземпляр маркшейдерского плана высылается по адресу, указанному в запросе.

40. Подразделение Ростехнадзора, в секретном отделе которого хранятся маркшейдерские планы, по запросам заинтересованных организаций выдают заключения по поводу расположения объектов относительно уточненных границ горного отвода. При этом в запросе указываются координаты объекта в государственной системе прямоугольных координат.

41. Пользователь недр, не имеющий секретного отдела, имеет право оставить на хранение в подразделении Ростехнадзора маркшейдерский план и оформить горноотводный акт с включением ведомости координат угловых точек горного отвода. В этом случае к подготовке маркшейдерского плана пользователь недр привлекает организацию, имеющую лицензию на деятельность со сведениями, содержащими государственную тайну, а в проект горного отвода включаются графические материалы с уточненными границами горного отвода в несекретном варианте. Первый экземпляр маркшейдерского плана оставленного на хранение, по запросу пользователя недр,

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

высылается подразделением Ростехнадзора по адресу, указанному в запросе.

42. Изготовление и пересылка графических материалов, попадающих под действие законодательства о государственной тайне, осуществляется с соблюдением требований законодательства о государственной тайне.

43. Учет предоставленной горноотводной документации производится по форме приложения 3.

44. Решение подразделения Ростехнадзора по оформлению уточненных границ горного отвода может быть обжаловано в Ростехнадзоре или в судебном порядке.

45. При изъятии лицензии на пользование недрами и ликвидации (консервации) предприятия по добыче полезного ископаемого горноотводная документация подлежит возврату недропользователем в выдавшее ее подразделение Ростехнадзора.

46. При несоответствии уточненных границ горного отвода границам безопасного ведения горных работ, создающим угрозу безопасности людей, рациональному использованию запасов, окружающей среде, зданиям и сооружениям, а также в случае изменения условий лицензии на пользование недрами, проектной документации на разработку месторождения, изменения запасов полезных ископаемых по результатам геологического изучения недр, отработки части месторождения и другим причинам, требующим изменения ранее установленных уточненных границ горного отвода, уточненные границы горного отвода могут быть изменены. В этом случае оформляются новые уточненные границы горного отвода в порядке, установленном настоящей Инструкцией. После переоформления горноотводной документации ранее выданная горноотводная документация утрачивает силу.

47. В случае перехода права пользования недрами в соответствии со статьей 17-1 Закона Российской Федерации «О недрах», изменения названия организации - пользователя недр, окончания срока действия горноотводного акта горноотводная документация подлежит переоформлению в трехмесячный срок после переоформления соответствующей лицензии на пользование недрами, изменения названия организации или окончания срока действия горноотводного акта. Переоформление осуществляется подразделением Ростехнадзора по заявлению пользователя недр или в порядке, предусмотренном п.33 сторонней организацией. При этом изменения проекта горного отвода, за исключением маркшейдерского плана и характерных разрезов, не требуется.

V. Ответственность за соблюдение и контроль за выполнением требований настоящей Инструкции

48. В соответствии со ст.38 Закона Российской Федерации «О недрах» государственный горный надзор за соблюдением всеми пользователями недр законодательства Российской Федерации, утвержденных в установленном порядке требований (правил и норм) по безопасному ведению горных работ, предупреждению и устранению их вредного влияния на население, окружающую природную среду, объекты на-

родного хозяйства, а также по охране недр осуществляют органы государственного горного надзора.

49. В соответствии со ст.49 Закона Российской Федерации «О недрах» Лица, виновные в нарушении Закона Российской Федерации «О недрах», нарушениях утвержденных в установленном порядке стандартов (норм, правил) по безопасному ведению работ, связанных с пользованием недрами, по охране недр и окружающей природной среды, в том числе нарушениях, ведущих к загрязнению недр и приводящих месторождение полезного ископаемого в состояние, не пригодное для эксплуатации, несут уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации, а также административную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

Приложение 1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ (РОСТЕХНАДЗОР)

ГОРНООТВОДНЫЙ АКТ К ЛИЦЕНЗИИ НА ПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРАМИ (СЕРИЯ, НОМЕР, ДАТА РЕГИСТРАЦИИ)

Настоящий Акт, удостоверяющий уточненные границы горного отвода для разработки _____
подземным (открытым) способом, _____
(наименование месторождения и полезных ископаемых)

предоставлен _____
(наименование организации, которой предоставлен горный отвод)

Горный отвод в уточненных границах расположен _____

(наименование селения, района, области, края, республики)

и обозначен на маркшейдерском плане горного отвода угловыми точками _____
(перечень угловых точек)

а также на вертикальных разрезах _____
(номера вертикальных разрезов)

Площадь проекции горного отвода, обозначенная на маркшейдерском плане горного отвода угловыми точками, составляет _____ гектаров.
(прописью)

Срок действия горноотводного акта _____
Акт, удостоверяющий уточненные границы горного отвода, выдан
" ____ " 20 ____ г.

(наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)

Настоящий Акт составлен в трех экземплярах, внесен в реестр _____

(наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)

за № _____
(ведомость координат угловых точек уточненных границ

В СОЮЗЕ МАРКШЕЙДЕРОВ РОССИИ

горного отвода, в случаях, когда горные графические материалы проекта горного отвода попадают под действие законодательства о государственной тайне).

Пользователь недр на предоставленном в уточненных границах горном отводе несет ответственность за соблюдение требований законодательства о недрах.

Горноотводный акт в 30-дневный срок после оформления акта о консервации либо ликвидации организации передается выдавшему его подразделению Ростехнадзора.

Начальник _____
(наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)

_____ МП.
(подпись)
"___" _____ 20__ г. №___

Приложение 2

Образец надписи маркшейдерского
плана горного отвода и
вертикального разреза

_____ (наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)

по акту, удостоверяющему уточненные границы горного отвода от "___" _____ 20__ г. №___, предоставлен _____
(наименование организации)

для разработки _____
(наименование месторождения)

находящегося _____
(наименование селения, района, области, края, республики)

Уточненные границы горного отвода обозначены на настоящем плане угловыми точками _____

Акт, удостоверяющий уточненные границы горного отвода, внесен в реестр

_____ (наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)
"___" _____ 20__ г. под №___

Начальник _____
(наименование подразделения Ростехнадзора или подразделения его территориального органа, в ведении которого находятся вопросы государственного горного надзора)

(подпись)
М.П.
"___" _____ 20__ г. №___

Приложение 3

**КНИГА УЧЕТА (РЕЕСТР)
ДОКУМЕНТОВ, УДОСТОВЕРЯЮЩИХ УТОЧНЕННЫЕ ГРАНИЦЫ ГОРНЫХ ОТВОДОВ,
ПРЕДОСТАВЛЕННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

№ п/п	Дата выдачи документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода, срок их действия	Дата и номер лицензии на пользование недрами и срок ее действия	Наименование месторождения и разрабатываемых видов полезного ископаемого	Площадь горного отвода в предварительных границах, га	Площадь горного отвода в уточненных границах, га	Местонахождение горного отвода (район, область, край, республика)	Полное наименование и адрес организации пользователя недр*	Перечень документов, выданных организации при оформлении уточненных границ горного отвода	Отметка о ликвидации или консервации предприятия, об изменении, изъятии документов, удостоверяющих уточненные границы горного отвода с указанием причины	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

* В случаях, предусмотренных п. 33 настоящей Инструкции, дополнительно указывается полное наименование и адрес сторонней организации, подготовившей проект горного отвода.

От редакции: Проект «Инструкции по рассмотрению и утверждению планов (программ) развития горных пород» будет опубликован в следующем номере журнала (№5, 2011 г.)

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ЗОЛОТА С ТОРФАМИ ВСКРЫШИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РОССЫПЕЙ ОТКРЫТЫМ РАЗДЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Рассмотрена погрешность установления кровли пласта песков по результатам скважинной разведки на примере одной из россыпей Северо-Востока страны.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пласт песков; отвалы торфов вскрыши; шурфы; скважины; техногенная россыпь.



Открытый раздельный способ разработки россыпей получил широкое применение на Северо-Востоке страны с появлением мощной землеройной техники. С помощью мощных бульдозеров осуществляли раздельно вскрышу торфов со складированием их в отвалы и выемку песков с доставкой их к промывочному прибору. Вскрыша торфов и выемка песков осуществлялась послойно по мере их оттайки в тёплое время года, что позволяло вовлекать в разработку неглубокие многолетнемёрзлые россыпи без дополнительных затрат на оттайку. Такой способ разработки россыпей являлся основным для северо-восточных районов страны. Для его применения при разведке россыпей необходимо достоверно установить контур кровли пласта песков и отразить его на геологических разрезах.

В советские годы до 60-х годов прошлого века разведку неглубоких россыпей осуществляли шурфами. Такой способ разведки россыпей был малопроизводителен.

В последующие годы, чтобы увеличить производительность труда, разведку россыпей стали выполнять скважинами [1]. Появились станки ударно-канатного и колонкового ударно-вращательного бурения, при использовании которых резко возросли темпы разведочных работ в ущерб достоверности разведки, о чём свидетельствуют значения коэффициента намыва по россыпям больше единицы, несмотря на потери, допущенные при выемке песков из недр и их промывке [2]. Это указывало на то, что фактические запасы полезного компонента существенно превосходили выявленные разведкой.

Извлечение дополнительного количества полезного компонента из россыпей сверх подсчитанного по разведке руководители отдела труда и заработной платы воспринимали как дар природы, но не как заслугу работающего коллектива. Поэтому ввели ограничение в оплате труда за дополнительный намыв полезного компонента, подчинив её в прямом отношении количеству промытых песков без укрепления маркшейдерской службы приисков. В связи с этим у работников приисков появилась большая материальная заинтересованность в объёмах промывки песков. Такая заинтересованность привела к тому, что трудоёмкие операции по зачистке плотика, выемке песков строго под проектными углами откоса выемки, необ-

ходимого перекрытия обрабатываемых полос, своевременной оттайки многолетнемёрзлых песков выполнялись некачественно. В объёмах промывки появились объёмы невыполненных работ. Включение их в объёмы промывки осуществлялось не только в целях увеличения заработка, но и снижения извлечённого содержания золота, чтобы оправдать заниженные результаты разведки [3].

Заниженные содержания золота в россыпях по результатам разведки, как уже не раз высказывалось автором настоящей статьи, связаны с потерями соответственно частиц при взятии и обработке проб. Эти потери допускаются не только по объективным причинам из-за мизерного содержания золота в россыпях, но и субъективным.

Ещё в 1957 году Бондаренко Н.Г., горный инженер-маркшейдер, автор открытия, в своей брошюре «Некоторые вопросы геологии россыпей» указывал на следующее: «Единственным мериллом, на основе которого производят оценку каких-либо разведочных данных, являются личные качества человека, руководившего разведкой, его честность, производственный опыт и т.д. Поэтому неудивительно, что после окончания разведки месторождения, как правило, обнаруживается, что количество металла всегда значительно больше, чем показала разведка».

При заниженном содержании золота в россыпях не исключена погрешность нанесения контура кровли пласта песков на геологических разрезах в сторону более низких высотных её отметок по установленным кондициям. На значительное занижение высотных отметок кровли пласта песков указывают результаты сопоставления его параметров, полученных по результатам разведки скважинами и шурфами (табл. 1). Указанное сопоставление было выполнено на одном из приисков Северо-Востока страны по одному из участков золотоносной россыпи, где имело место наиболее сближенное расположение линий скважин и ранее пройденных шурфов.

Бурение скважин осуществлялось самоходной буровой установкой УРБ-4Т на базе трелёвочного трактора ТТ-4 колонковым ударно-вращательным способом и станком БУ-20-2УШ ударно-канатным способом бурения. Для желонирования использовалась поршневая желонка Р-8Ж-4У, которую геолог Флеров И.Б. в своей статье [1] охарактеризовал как неоставляющую частицы золота на забое скважины при их бурении.

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблица 1

Сопоставление параметров продуктивного пласта по результатам разведки

Буровая разведочная линия №2452 (2003г.)						Шурфовая разведочная линия №9 (1955-1956 гг.)						Отклонение по линей- ным запасам золота, %
Номер скважины	Длина влияния, м	Мощность пласта, м	Содержание золота, г/м ³	Вертикальный запас золота, г/м ²	Линейный запас золота, г/м	Номер шурфа	Длина влияния, м	Мощность пласта, м	Содержание золота, г/м ³	Вертикальный запас золота, г/м ²	Линейный запас золота, г/м	
С-2	20,0	0,4	0,120	0,05	0,96	Ш-53	19,7	0,4	0,164	0,07	1,29	
С-4	20,0	0,4	1,860	0,74	14,88	Ш-54	19,9	1,6	0,269	0,43	8,56	
С-6	20,0	0,4	0,090	0,04	0,72	Ш-55	20,0	2,4	0,103	0,25	4,94	
С-8	20,0	1,6	0,214	0,34	6,85	Ш-56	20,0	2,6	0,161	0,42	8,37	
С-10	20,0	1,6	0,295	0,47	9,44	Ш-57	20,0	2,8	0,142	0,40	7,95	
Итого	100	4,4		1,64	32,85	Итого	99,6	9,8		1,56	31,13	5,2
Среднее значение	20,0	0,88	0,373			Среднее значение	19,9	1,96	0,159			

Из приведённых данных в таблице 1 видны весьма значительные расхождения в определении мощности пласта песков и содержания золота. По скважинам мощность пласта занижалась в среднем более чем в 2 раза, содержание золота, наоборот, завышалось более чем в 2 раза по сравнению с шурфами.

Геологи такое расхождение пытаются объяснить непредставительностью каждой из выработок в отдельности и вполне удовлетворены результатами разведки из-за сходимости величины линейных запа-

сов, которые оцениваются по произведению длины влияния выработки на вертикальный запас золота. Однако, если представить схему сопоставления результатов разведки (рис.1), то станет ясно, с какой большой систематической погрешностью оконтуривания кровли пласта песков имеем дело по результатам скважинной разведки, если считать шурфовую разведку россыпей более представительной. Кровля пласта по результатам скважинной разведки имеет высотные отметки в среднем на 1,08 м ниже, чем по результатам шурфовой, при колебании от 0 до 2,0 м.

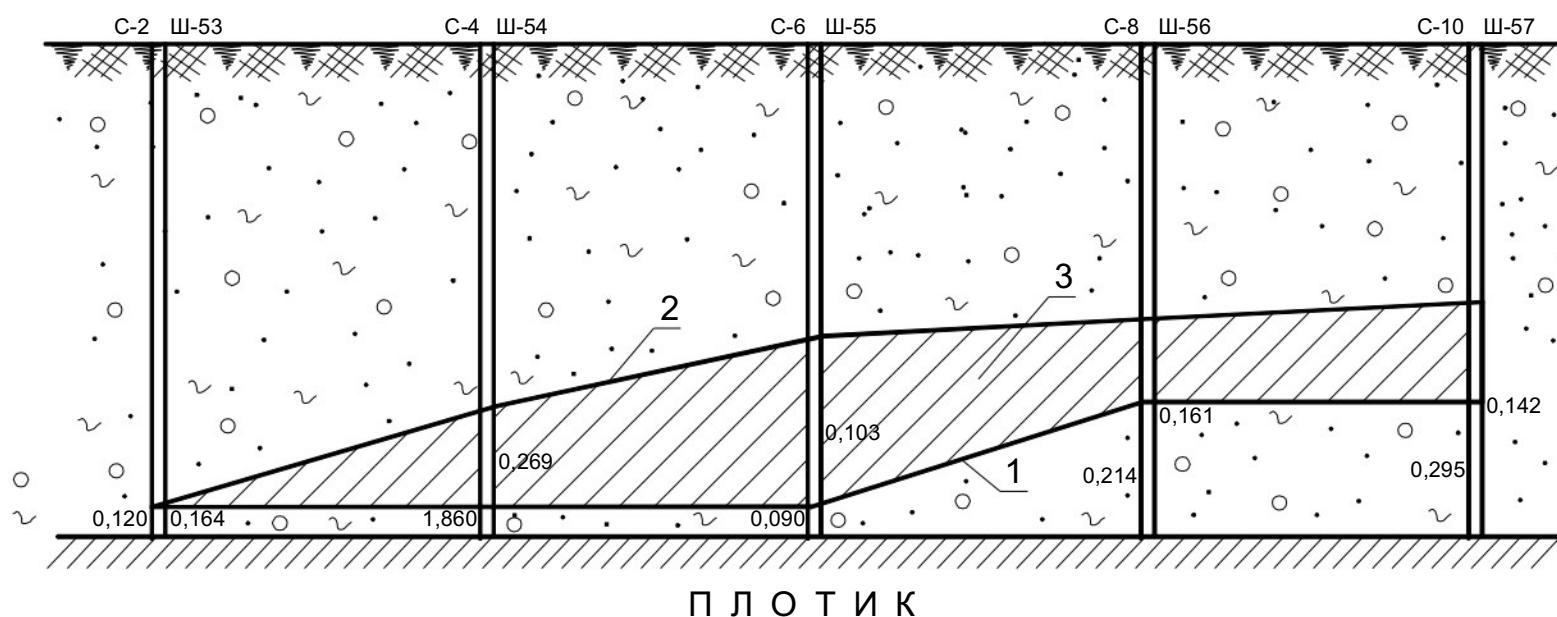


Рис.1. Схема сопоставления результатов разведки скважинами и шурфами:

1 – кровля пласта песков по результатам разведки скважинами; 2 – кровля пласта песков по результатам разведки шурфами; 3 - пески, не вошедшие в подсчёт запасов и, следовательно, попавшие в проектную вскрышу торфов по результатам разведки скважинами; 0,120; 1,860; 0,090; 0,214; 0,295 – содержание золота в песках по результатам скважинной разведки, г/м³; 0,164; 0,269; 0,103; 0,161; 0,142 – содержание золота по результатам шурфовой разведки, г/м³

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассматриваемую погрешность оконтуривания кровли пласта песков можно объяснить просадкой частиц золота на забое скважины ударно-канатного бурения с верхних горизонтов на нижние, выявленную в своё время Власовым А.С. [4]. Эта просадка обедняет пробы, взятые с верхних горизонтов, и обогащает частицами золота пробы, взятые на нижних горизонтах, создавая ложное представление о мощности пласта песков и содержании в нём золота.

Поскольку вскрыша по глубине осуществляется до кровли пласта песков, то при указанной погрешности её оконтуривания при разведке россыпей скважинами большая часть песков вместе с золотом оказывается в отвалах торфов вскрыши.

Желнин С.Г. в своей статье [5] приводит процентное соотношение запасов в техногенных россыпях (табл. 2), выявленное в результате их опробования и разработки.

Качественная характеристика этих запасов была установлена им на основании специального опробования, результаты которого приведены в табл. 3.

Таблица 2

Соотношение запасов в техногенных россыпях

Месторождение	Отвалы			
	торфя- ные	галеч- ные	эфель- ные	гале- эфель- ные
№18	75	10	3	12
№6 (1-й полигон)	90	7	3	-
№6 (2-й полигон)	85	9	2	4

Таблица 3

Значения содержания золота в отвалах техногенных россыпей

Отвалы	Кол-во взятых проб	Средний объём пробы, м ³	Среднее содержание, г/м ³	Количество проб со средним содержанием, г/м ³		
				до 0,2	0,2-0,4	более 0,4
Торфяные	1028	24	0,32	320	642	167
Галечные	188	23	0,29	53	87	48
Эфельные	187	29	0,19	92	64	31

Из приведённых данных видно, что основные запасы техногенных россыпей сосредоточены в отвалах торфов вскрыши. Причинами такого сосредоточения явились погрешности оконтуривания кровли пласта песков. На это убедительно указывает приведённое сопоставление параметров продуктивного пласта песков.

Таким образом, внедрение более производительной и дешевой скважинной разведки ударно-канатного бурения на россыпях привело к резкому приросту числа разведанных россыпей с одновременным снижением качественных показателей их разведки и эксплуатации. Несмотря на существенные потери золота при эксплуатации россыпей, имеем коэффициент намыва по своему значению, как правило, равный и больше единицы, что указывает на значительный существовавший потенциал отработанных россыпей, невыявленный разведкой. Невыявление этого потенциала привело к сокращению сроков эксплуатации россыпей.

Основные запасы золота техногенных россыпей, как показывают результаты опробования Желниным С.Г., состоят не из мелких и «плавающих» его частиц, а из частиц природной крупности, оставленных в недрах, попавших в торфяные и галечные отвалы (табл. 2) вместе с отложениями, не прошедшими стадии дезинтеграции и извлечения. В связи с этим необходимо думать в первую очередь о том, как оценить, а затем вынуть указанные золотосодержащие техногенные отложения, снова оказавшиеся мерзлыми.

Применение технологии послойного оттаивания многолетнемерзлых отложений после снятия бульдозером очередного оттаявшего слоя затруднено в условиях резко пересечённой поверхности золотосо-

держащих отвалов и выемок. Поэтому, очевидно, потребуются дополнительные машины и механизмы для разработки техногенных мерзлых россыпей. Показанные в табл. 3 содержания золота получены по результатам опробования торфяных отвалов в контурах их размещения. Эти контуры включают в себя не только золотосодержащие отложения, вынутые при кровле пласта песков, но и объёмы верхних слоев торфов, не содержащих золота. Поэтому при освоении техногенных россыпей стоит задача выявления совокупного размещения в торфовом отвале наиболее обогащенных золотом отложений. Знание технологии отсыпки отвалов вскрыши торфов позволяет решить эту задачу [6].

Выявленная систематическая погрешность в оконтуривании пласта песков по результатам скважинной разведки является основной причиной образования сверхнормативных потерь золота с отбитыми песками, размещённых в отвалах торфов вскрыши. Эту погрешность должна устранять эксплуатационная разведка, которая делится на опережающую и сопровождающую [7].

Обязанность своевременно вносить коррективы в положение кровли пласта песков при эксплуатации россыпи возлагается на опережающую эксплуатационную разведку. Но она осуществляется теми же средствами, что и детальная разведка, требуя при этом больших затрат. Поэтому её зачастую не выполняют.

Сопровождающую эксплуатационную разведку осуществляют лотковым оперативным опробованием, зачастую при отсутствии контроля. Оценка результатов сопровождающей разведки по двум отработанным россыпям Восточной Сибири показала низкое её

ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

качество [8]. В таком случае следует привлекать проходку копушей на рассматриваемом участке до получения окончательных результатов опробования. По этим результатам может возникнуть необходимость отступления от проекта отработки россыпи при отрицательной реакции со стороны руководящих работников и контролирующих организаций. Об этом нам поведал геолог Сирота В.М. [9]. Его в своё время назначили участковым геологом на подземную добычу песков одного из приисков Западной Чукотки. По результатам эксплуатационной разведки восстающими и копушами им было установлено занижение выемочной мощности песков.

Критическую оценку технического проекта руководящие работники восприняли как проявление волюнтаризма. Однако увеличение выемочной мощности песков с 1,6 – 2,2 м до 3,0 – 3,4 м по результатам эксплуатационного опробования позволило внедрить электрические бульдозеры на очистных работах благодаря устойчивости кровли при многолетнемёрзлой налегающей толще пород, что обеспечило резкое повышение производительности по добыче песков при досрочном выполнении плановых показателей по намыву золота. Несмотря на положительные результаты, Сироту В.М. обвинили в искажении геологической документации, которое привело к сверхнормативному «разубоживанию» добытых песков. Он был снят с должности.

Литература

1. Флеров И.Б. Наука и практика поисков и разведки россыпей золота в Колымо-Чукотском регионе // Колыма. 2003, №3, с. 40-48.
2. Чемезов В.В. Образование техногенных россыпей – результат неполного выявления и использования запасов целиковых // Маркшейдерский вестник. 2007, №1, с. 14-19.
3. Чемезов В.В. Результаты анализа фондовых материалов освоения целиковых россыпей при оценке запасов техногенных // Маркшейдерский вестник. 2009, №5, с. 12-15.
4. Власов А.С. К вопросу о достоверности буровой разведки россыпей. // Колыма. 1966, №2, с. 31-35.
5. Желнин С.Г. Пути повышения эффективности геологоразведочных работ в условиях высокой степени разведанности территорий деятельности горных предприятий // Колыма. 1965, №10, с. 39-42.
6. Чемезов В.В. Селективная выемка запасов техногенных россыпей – путь к их рентабельной разработке // Горный журнал. 2004, №8, с. 73-76.
7. Временные методические указания и нормативы для эксплуатационной разведки месторождений золота. Чита. ВНИПРОЗОЛОТО, 1977, с. 96-146.
8. Неретин А.В., Чемезов В.В. Оценка результатов эксплуатационной разведки. Разведка и охрана недр, 2004, №2, с. 13-16.
9. Уральцы на Колыме и Чукотке (1937-2000 гг.). Книга вторая, Историко-биографический альманах в 3-х книгах. Екатеринбург. 2001, с. 112-117.

Владимир Васильевич Чемезов, д.т.н. ведущий научный сотрудник ОАО «Иргиредмет», тел. (3952) 33-31-52

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

График проведения курсов на 2011-2012 годы (72 часа):

Сроки проведения	Направление	Категория слушателей
26.09.2011-05.10.2011** 24.10.2011-02.11.2011*** 14.11.2011-23.11.2011 06.02.2012-15.02.2012 02.04.2012-11.04.2012 28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012*** 12.11.2012-21.11.2012	«Маркшейдерское дело»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
26.09.2011-05.10.2011** 24.10.2011-02.11.2011*** 28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Рациональное использование и охрана недр»	специалисты служб лицензирования, недропользования, главного геолога
26.09.2011 -05.10.2011** 24.10.2011-02.11.2011*** 28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Геология»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций
26.09.2011 -05.10.2011** 24.10.2011-02.11.2011*** 28.05.2012-06.06.2012* 24.09.2012-03.10.2012** 15.10.2012-24.10.2012***	«Промышленная безопасность опасных производственных объектов»	специалисты горно- и нефтегазодобывающих организаций

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

** - курсы повышения квалификации проводятся в г.Анапа. 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»

С.Э.Никуфоров

МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ НЕДР В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Показана специфика задач маркшейдерского обеспечения для условий нефтегазодобычи. Выделены этапы инструментального обеспечения проблемы организации маркшейдерских наблюдений за состоянием горных отводов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: расчетные, допустимые и предельные деформации; визуальные, наземные инструментальные и дистанционные методы измерений для решения маркшейдерских задач.



Одним из требований по обеспечению безопасного ведения, связанных с пользованием недрами и определенных ст. 24 Закона Российской Федерации «О недрах», является проведение комплекса геологических, маркшейдерских и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций, своевременное определение и нанесение на планы горных работ опасных зон.

Маркшейдерские наблюдения традиционно предусматривают расчет вероятных деформаций земной поверхности [1, 2, 3 и др.], как правило, на основе математического моделирования или с привлечением экспериментальных данных; сравнение полученных значений с допустимыми и предельными деформациями земной поверхности в пятне застройки, установленными для тех или иных объектов; при необходимости, участие в подготовке мер охраны; уточнение мер охраны конкретных объектов в составе годовых программ работ; проведение инструментальных наблюдений в рамках реализации мер охраны. На основании результатов наблюдений подготавливается прогноз развития деформаций земной поверхности в зависимости от горно-геологических условий. По результатам маркшейдерских наблюдений корректируются принятые геомеханические модели (повышение надежности прогноза на основе математического моделирования); уточняются параметры и закономерности процесса сдвижения; выделяются участки интенсивных смещений земной поверхности; проводится интерпретация получаемых данных с позиции контроля эффективности разработки и пр.

Известно использование результатов инструментальных геодезических измерений при уточнении фильтрационно-емкостных свойств пород коллекторов, при анализе параметров разработки, при реализации системы поддержания пластового давления, при заводнении пластов и пр. [4, 5 и др.].

В настоящей работе рассмотрим предусмотренные действующим законодательством о недрах иные наблюдения, а именно геодинамические - в части маркшейдерского контроля, предусмотренные Инструкцией по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03), устанавливающей технические требования к маркшейдерским работам, и Положением о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр (РД 07-408-01).

Задачами наблюдений на геодинамических полигонах, согласно п.264 РД 07-603-03, являются:

- изучение закономерностей изменений гравитационного и магнитного полей при нарушении динамического равновесия горного массива;
- изучение геологического строения месторождений и физики пласта, изучение текущих параметров разработки месторождений;
- изучение напряженно-деформированного состояния скелета коллектора и вмещающих его пород и всей толщи горного массива над залежью в неравнокомпонентном поле сжимающих напряжений;
- гидрогеологические и геокриологические исследования.

Очевидно, что задачи геодинамических полигонов на разрабатываемых месторождениях углеводородного сырья принципиально отличаются от задач традиционных геодинамических полигонов, активно закладываемых в середине прошлого века на различных участках территории страны в первую очередь для задач сейсмического контроля и прогноза и предусматривающих в начале своего развития геодезические измерения по профильным линиям. На таких полигонах, предполагающих изучение современных движения земной коры (СДЗК) и решение других научных задач, геодезические работы выполнялись и выполняются, как правило, на небольших площадях, что обусловлено высокой частотой опроса сетей.

Понятно, что обеспечить решение перечисленных длительных задач возможно только комплексом методов наблюдений, который, методически, закреплен в [6]. Так, многофункциональный геодинамический контроль природных и техногенных процессов и явлений в зонах риска предусматривает несколько взаимосвязанных блоков, каждый из которых объединяет совокупность базовых методов и видов наблюдений: блок геодезического контроля; блок геофизического контроля; блок гидрогеологического и геохимического контроля; блок сейсмологического контроля; блок инженерно-геологического контроля; блок промыслово-геологического контроля.

Одной из основных идей организации таких наблюдений является прогноз развития природных и техногенных процессов на горном отводе с позиции устойчивого развития территорий. Такой прогноз возможен на основе системного подхода комплексного анализа результатов наблюдений, предусматривающего тесное сотрудничество различных специалистов.

Таким образом, производство перечисленных (визуальных инструментальных наземных, дистанционных) наблюдений силами только производственной маркшейдерской службы по отмеченным причинам возможным не видится.

Имеющаяся методическая база в области организации наблюдений на геодинамических полигонах

на объектах ТЭК [7, 8, 9 и др.] в связи с развитием техники и технологий постепенно морально устаревает. Не предложены рекомендации и указания по реализации требований пп.262-267 РД 07-603-03, не регламентированы требования к точности производства измерений. Все это предопределяет неоднозначность по исполнению недропользователем требований действующего законодательства о недрах по рассматриваемому вопросу, неблагоприятно отражается на устойчивости деятельности маркшейдерских служб нефтегазодобывающих организаций в условиях осуществляемой нефтегазодобывающими организациями оптимизации бизнес-процессов.

Известно, что для геодинимических исследований (геодинимические *исследования* на базе геодезических и космических измерений в соответствии с федеральным законодательством в области геодезии и картографии отнесены к геодезическим работам – прим. автора) сегодня создается система мониторинга процессов деформаций земной поверхности, прогноза землетрясений и природных катастрофических явлений на основе спутниковых методов и технологий позиционирования [10]. Согласно [10], до 2020 г. должна быть разработана и реализована стратегия создания единой системы геодинимического мониторинга на территориях сопредельных с Российской Федерацией государств в целях обеспечения гражданской безопасности.

РД 07-603-03 для решения поставленных задач предусматривает заложение профильных линий реперов (геодезические измерения), которые практически всеми организациями, осуществляющими проектирование таких линий, предлагается закреплять вдоль и поперек подрабатываемой территории. Суммарная длина таких линий для среднего месторождения углеводородного сырья составляет несколько десятков километров.

Регламентированные расстояния между реперами 100÷500 метров в принципе не могут быть направлены на решение задач контроля надежности эксплуатации объектов, расположенных на поверхности, для которых допустимые и предельные значения получены к условиям измерений, где расстояния между съемочными точками составляют 15-20 м.

Разнообразные климатические условия, присущие месторождениям углеводородного сырья, не всегда позволяют выполнить за один полевой сезон нивелирование по профильным линиям. Имело место, когда измерения ограничивались участками профильной линии, последующие наблюдения по этой линии производились через сезоны, что не позволяло качественно уравнивать сеть, сделать вывод о надежности полученных значений оседания земной поверхности. При реализации высокоточного нивелирования на площадях разрабатываемых месторождений не учитывается изменение уровня грунтовых вод, тогда как эти колебания влияют на смену приращения силы тяжести.

Профильные линии (геодинимические полигоны в интерпретации РД 07-603-03 – прим. автора) не всегда привязываются к созданным для мониторинга земной поверхности в России региональным геодинимическим сетям, международной геодинимической сети ITRF. В работах известных ученых в области маркшейдерского обеспечения нефтегазодобычи

А.С.Мазницкого и Э.Г.Геровича авторы постоянно возвращаются к вопросу дискретности характера получаемой информации традиционными геодезическими измерениями на площадях разрабатываемых месторождений углеводородного сырья.

Перечисленные и другие факторы, например, необходимость дальнейшего интерполирования, снижают надежность получаемых результатов измерений, необходимых для объективного и, в большинстве случаев, оперативного прогноза наступления тех или иных событий.

Как известно, основой объективной оценки наступления событий на той или иной территории горного отвода служат получаемые в конкретном районе экспериментальные данные и фиксируемые явления или осторожное использование метода аналогии.

Процесс сдвижения горных пород и земной поверхности – это перемещение и деформирование горных пород и земной поверхности в результате нарушения естественного равновесия пород под влиянием отбора флюида. Обусловленные сдвижением геомеханические процессы являются дополнительным риском в способности объекта (-ов) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения [11]. В случае разработки месторождений углеводородного сырья – изменение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов, срез и деформирование скважин, грифонообразование, активизация гидрогеологических и геокриологических процессов, коррозионных процессов, динамических проявлений, нарушение устойчивости геодезической основы, объектов поверхности и пр.

На сегодняшний день нормативно закрепленных рекомендаций или указаний по методикам оценок деформаций земной поверхности и горных пород в условиях нефтегазодобычи¹ не существует, что создает определенный хаос на рынке проектных услуг в рассматриваемой области. При этом, величины расчетных деформаций являются основой необходимости организации наблюдений и составной частью предусмотренного нормативными требованиями горно-геологического обоснования (ГГО).

Стоит особо подчеркнуть, что проектирование структуры наблюдательной станции на значительных площадях, предполагающее обоснование плотности пунктов наблюдений, точность и частоту их опроса, без понимания общей картины поведения земной поверхности, обусловленного процессом сдвижения или неотектоническими смещениями, практического смысла не имеет.

Таким образом, основой для принятия решения о создании системы наблюдений и выполнении инструментальных наблюдений являются прогнозные расчеты деформаций земной поверхности и анализ имеющейся информации о развитии современных геодинимических процессов в районе производства

¹ апробированных методик расчета деформаций земной поверхности под влиянием развития процесса сдвижения в условиях разработки месторождений углеводородного сырья всего две – ООО «Подземгазпром» и ВОУ ПерГТУ

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

работ [12, 13, 14 и др.].

К настоящему времени накоплен достаточный опыт *геодезических* измерений смещений земной поверхности при разработке месторождений углеводородного сырья. Этот опыт показывает, что разработка месторождений углеводородного сырья Западной Сибири, Урала, Поволжья сопровождается оседаниями земной поверхности с величинами, как правило, не превышающими 200-300 мм. Возникающие при этом величины деформаций (наклоны, кривизна, горизонтальные деформации) на порядок ниже допустимых, и, тем более, предельных деформаций для расположенных на поверхности сооружений и объектов. Вследствие естественной неоднородности породных массивов имеют место локальные концентрации деформаций вблизи зон тектонических нарушений, на границах структурных блоков и т.д. Однако опыт выполнения инструментальных наблюдений на месторождениях нефти и газа показывает, деформации поверхности на контактах разломных структур не превысят допустимых и предельных деформаций. Например, при ширине разломной структуры в 0,5 км для достижения деформации 2 мм/м требуется, чтобы ее борта разошлись на 1,0 м, что не подтверждается практикой.

Таким образом, современные реалии российской добычи углеводородного сырья не подтверждают состоятельность выделенных [6] опасных проявлений геодеформационных процессов на земной поверхности.

Нормы имеющихся правил охраны сооружений от вредного влияния горных разработок, в основном, удовлетворяют практическим целям в условиях разработки углеводородного сырья и разработка отдельных такого рода правил не требуется. Для сравнения возможных величин деформаций земной по-

верхности в пятне застройки с допустимыми и предельными значениями для объектов застройки пользуются данными, указанными в [1, 15].

Сравнивая величины расчетных и допустимых (предельных) деформаций, принимается решение по объекту поверхности (текущий наладочный ремонт, перенос объекта, разработка мер охраны объекта, геодезический контроль деформаций здания и т.п.). Соответствующие решения принимаются на основании экономического обоснования.

Например, оценочные расчеты показателя допустимых деформаций, рассчитанные по методике [15] для типового одноэтажного кирпичного здания с ленточным фундаментом и деревянными перекрытиями со степенью износа 0,8, построенного на многолетнемерзлых грунтах, составит 75 ед. ($[\Delta L_{\text{доп}}]_{\text{норм}} = 110$, $n_1 = 0.8$, $n_2 = 1.0$, $n_3 = 0.85$, $n_4 = 1.0$, $n_5 = 1.0$). Оценочные расчеты показателя суммарных деформаций, рассчитанные на основании приведенных выше прогнозных оседаний поверхности составят менее 5,0 ед. Таким образом, прогнозные допустимые деформации земной поверхности для одно-двухэтажных гражданских зданий более чем в 10 раз ниже допустимых.

В табл.1 представлены допустимые и предельные горизонтальные деформации земной поверхности для гражданских зданий. При этажности зданий 1-3 этажа, их длине в плане до 30 м, допустимые деформации составят 3,5 мм/м, предельные деформации 5,5 мм/м. Расчетные максимальные горизонтальные деформации земной поверхности составят 0,15 мм/м, т.е. также более чем в 30 раз меньше допустимых. Вышеизложенное свидетельствует об отсутствии необходимости проектирования мер охраны объектов и организации инструментальных наблюдений.

Таблица 1

Допустимые и предельные деформации земной поверхности и горных пород для охраняемых гражданских зданий [15]

Назначение зданий	Этажность	Длина (ширина) здания, м	Горизонтальные деформации земной поверхности, * 1×10^{-3}	
			допустимые	предельные
Дошкольные детские учреждения, больницы, поликлиники, школы, бани, театры, дворцы культуры	1-3	до 15	5	9
		15-30	3,5	5,5
		31-40	2,5	4
		60	2	3,5
	4-5	до 15	6	-
		15-30	4	-
		31-40	3	-
		60	2,5	-
Жилые здания, гостиницы	1-3	до 15	5,5	9
		15-30	3,5	5,5
		31-40	2,5	4
		60	2	3,5
	4-5	до 15	6,5	-
		15-30	4,5	-
		31-40	3	-
		60	2,5	-

Примечание. * Деформации приведены для кирпичных зданий, для деревянных зданий соответствующие значения следует увеличить в 1,5 раза. При износе кирпичных и шлакоблочных стен более 10% допустимые и предельные деформации уменьшаются пропорционально проценту износа.

Становится очевидным принципиальное отличие задач маркшейдерских наблюдений за состоянием горных отводов разрабатываемых месторождений углеводородного сырья. Они направлены на обеспечение эффективности отработки запасов полезных ископаемых и анализа состояния промышленной безопасности территории в части вопросов маркшейдерского контроля с последующим выполнением работ, направленных на предупреждение аварий. В условиях подземной разработки месторождений твердых полезных ископаемых, на первом плане стоят вопросы безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами: определение различных опасных зон, включая зоны повышенного горного давления, контроль целиков различного назначения, выполнение мероприятий по охране зданий, сооружений и т.п.

Широкий спектр возможностей для оперативного решения маркшейдерских задач открывает радарная космическая съемка подрабатываемых территорий. Известен опыт ее применения, валидация для условий подземной и открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых, разработки месторождений подземных вод [16, 17, 18]. Ее использование позволяет оптимизировать объем и временную частоту традиционных (инструментальных) геодезических методов измерений за смещениями, получить и интерпретировать принципиально новую информацию о смещениях и в целом повысить информативность и оперативность обеспечения данными для решения маркшейдерских задач при нефтегазодобыче, включая предусмотренные РД 07-408-01 вопросы контроля эффективности разработки. Результаты исследований по таким вопросам на основе данных динамики смещений земной поверхности, полученных с использованием разработанной и запатентованной при участии автора технологии площадной съемки подрабатываемых территорий, сегодня проходят апробацию на практике.

Возможность использования радарной интерферометрии (площадной съемки подрабатываемой территории – прим. автора) с позиции ее прикладного характера можно показать на следующем примере.

Современные тектонические движения земной коры отражают кинематическую составляющую современных геодинамических процессов (несколько десятков лет), т.е. механические перемещения блоков массива. Равномерные (со скоростями порядка нескольких миллиметров) движения блоков на платформенных, крупноблоковых, нераздробленных территориях не опасны для устойчивости сооружений.

Текущие (происходящие в настоящее время) геодинамические процессы отражают изменение силового, напряженного состояния, которое далеко не всегда релаксирует в кинематические формы. Кроме этого, мировой опыт показывает, что геодинамика связывается, прежде всего, с взаимным горизонтальным смещением блоков относительно друг друга, активизацией разломов [19]. При этом высотные отметки, определяемые сегодня, как правило, нивелиро-

ванием II класса, могут практически не изменяться [20, 21].

Естественно, что различные свойства и возраст этих парагенетически связанных процессов приводят к различной связи их с геологическими процессами и совершенно по-разному отражаются на устойчивости инженерных объектов.

Прикладной характер исследований современной геодинамики в условиях разработки месторождений углеводородного сырья выражен, в том числе, в геодинамическом районировании месторождений на основе изучения естественного поля напряжений блоков. Результаты этого районирования ложатся в основу эффективного заложения скважин. По мнению автора, использование карт фактических смещений земной поверхности, полученных с использованием технологии радарной интерферометрии, существенно облегчит работу при составлении карты районирования по рассматриваемому признаку.

В заключении, с учетом вышеизложенного, отметим следующее.

Решение проблемы маркшейдерских наблюдений на разрабатываемых месторождениях нефти и газа с учетом нормативных требований предполагает:

1. Разработку ГГО, включающего перечень подрабатываемых объектов и предусматривающего аналитическую оценку деформаций земной поверхности (кривизна, наклоны, сжатие, растяжение) в пятнах застройки по устоявшимся методикам, оценку возникновения и влияния техногенных сейсмических событий. На основе анализа имеющихся данных и визуальных исследований определяются участки территорий горных отводов, где следует организовать маркшейдерско-геодезические наблюдения.

2. Аналитическую оценку влияния геомеханических и геодинамических процессов на состояние скважин при их строительстве и эксплуатации, оценку влияния уплотнения коллекторов на снижение фильтрационно-емкостных свойств и продуктивность скважин.

3. Обратный расчет тех или иных показателей по результатам инструментальных наблюдений за подрабатываемой территорией, чем обеспечивается предусмотренное п.264 РД 07-603-03 изучение НДС пласта коллектора и породного массива в целом.

4. Маркшейдерскую интерпретацию данных показателей разработки, смещений земной поверхности, активизации разломных структур и пр. с *выдачей рекомендаций и предложений* производственным службам.

5. Анализ состояния промышленной безопасности в части маркшейдерского контроля.

Инструментальное сопровождение указанной проблемы, с учетом зарубежного опыта, можно разделить на три этапа (по периоду времени): до 2000 г. – высокоточное нивелирование по профильным линиям; 2000-2010 гг. – технологии ГЛОНАСС/GPS измерений; с 2010 г. – дополнение ГЛОНАСС/GPS измерений площадной космической радарной съемкой.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

При этом за традиционными инструментальными геодезическими измерениями (с позиции реализации маркшейдером мероприятий, предотвращающих или снижающих до безопасных пределов влияние горных работ на состояние инженерных сооружений и иных объектов) закрепляется их проведение на локальных участках горного отвода в комплексе с иными методами наблюдений (как правило, визуальными и геофизическими), что обуславливается необходимой частотой измерений и значениями деформаций земной поверхности в пятне застройки.

Литература

1. СНиП 2.01.09.-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах.
2. ПБ 07-601-03 Правила охраны недр.
3. РД 07-113-96 Инструкция о порядке утверждения мер охраны зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок.
4. Мазницкий А.С. Геодезический мониторинг и прогнозирование техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа: автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.24.01. – Киев, 2002.
5. Умрихин И.Д., Днепровская Н.И., Ентов В.М., Куренков О.В., Бузинов С.Н., Малахова Т.А., Либерман Г.И. Определение параметров пластов по данным наблюдений за смещением поверхности земли // Нефтяное хозяйство. - №10.- 1981.
6. Руководство по геодинамическим наблюдениям и исследованиям для объектов топливно-энергетического комплекса. – М.: Гидропроект, 1997 – 121с.
7. Временные указания по выявлению и контролю зон риска возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций при освоении недр и земной поверхности на основе результатов геодинамического районирования. – СПб.:ВНИМИ, 1997. – 12с.
8. Концепция «Геодинамическая безопасность освоения углеводородного потенциала недр России». – М.: ИГиРГИ, 2000. - 56с.
9. Система обеспечения геодинамической и экологической безопасности при проектировании и эксплуатации объектов ТЭК. – СПб.:ВНИМИ, 2001.-86с.

10. Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года, утверждена распоряжением Правительства РФ от 17.12.2010 N 2378-р.

11. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

12. Charlez F. P. Rock Mechanics. Volume 1, 2. Petroleum applications. Tditions Technip. 27 rue Ginoux 75737 Paris cedex 15. 1997.

13. Кашников Ю.А., Ашихмин С.Г. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». – 2007г. – 467с.

14. Никифоров С.Э., Попов В.Н. Маркшейдерский контроль за развитием деформаций земной поверхности при разработке месторождений углеводородного сырья//Маркшейдерия и недропользование. - №4. – 2010.

15. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - С.-Петербург: Изд.ВНИМИ, 1998г.-291с.

16. Буш В., Хебель Х.-П., Шафер М., Вальтер Д, Барях А.А. Контроль оседания подработанных территорий методами радарной интерферометрии//Маркшейдерия и недропользование. - №2. – 2009.

17. Land Subsidence pattern controlled by old alpine basement faults in the Kashmar Valley, northeast Iran: results from InSAR and leveling / J. Anderssohn, H.-U. Wetzel, T.R. Walter and others / Geophys. J. Int, 174, 2008, p. 287-294.

18. Busch W., Schafer M., Walter D. Monitoring vertical ground movement in the environment of an open pit mining area by satellite based Radar Interferometry//Proceedings International Society for Mine Surveying, XIII International Congress, Budapest, Hungary, 24-28 September 2007.

19. Хаин В.Е. Современная геодинамика: достижения и проблемы. (http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/01_02/GEODYN.htm, 2002).

20. Грассо Ж.Р., Волан Ф., Фурментро Д., Мори В. Связь между извлечением углеводородов, локальными техногенными землетрясениями и крупными региональными землетрясениями на примере Пиренеского района/кн. Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти. - М.:Мир, 1994. – 416с.

21. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. - М.: Недра, 1996. – 447с.

Сергей Эдуардович Никифоров, к.т.н., доц. (Московский государственный горный университет)

Господа руководители предприятий, НИИ, ГПИ и университетов!

Обращаемся к Вам с предложением о достойном освещении в журнале юбилейных и памятных дат в истории становления и развития возглавляемых Вами организаций, а также деятельности трудовых коллективов по развитию научно-технического прогресса и подъему производственного потенциала добывающих отраслей хозяйства. Редакция готова издать тематический (специальный) выпуск журнала с Вашим творческим участием, взяв на себя журналистскую и фотоиллюстративную часть совместной работы.

Надеемся на Ваши встречные предложения.

Редакция «МВ»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ВАРИАЦИЙ МАГНИТНОГО СКЛОНЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ПРОХОДКИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН (на примере месторождений ОАО «НК «Роснефть»)

Рассмотрены вопросы обеспечения точности работ по наклонно-направленному бурению при разработке месторождений углеводородов. Приведены результаты исследования по оценке влияния пространственно-временных вариаций магнитного склонения на точность проходки наклонно-направленных скважин. Предложен комплекс работ, направленных на уточнение величин магнитного склонения в районах бурения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: месторождение углеводородов; наклонно-направленное бурение; точность; магнитное склонение; пространственно-временные вариации; поправки.



И.М.Залялов Ю.О.Кузьмин С.А.Тихоцкий Д.Ю.Шур

Введение

Бурение наклонно-направленных скважин является важнейшим элементом повышения эффективности и продуктивности при разработке месторождений углеводородов. Для достижения высоких технико-экономических показателей и предотвращения аварий необходимо осуществлять постоянный контроль и коррекцию пространственного положения оси наклонно-направленной скважины. Для определения направления оси скважины в горизонтальной плоскости широко применяют инклинометрические системы, основанные на измерении магнитного азимута, т.е. угла между горизонтальными проекциями оси скважины и вектора магнитного поля Земли. В последние годы также получают распространение системы гироскопической навигации, однако их дороговизна и трудности в эксплуатации затрудняют внедрение, поэтому принцип магнитной навигации остаётся ведущим в практике инклинометрии скважин.

Очевидно, для осуществления магнитной навигации принципиальное значение имеет знание магнитного склонения: угла между горизонтальной компонентой вектора магнитного поля Земли и истинным азимутом, т.е. направлением на географический Север. Без точного определения магнитного склонения невозможно вычислять положение оси скважины в горизонтальной проекции и, следовательно, неизбежны ошибки попадания ствола в заданный объём среды (нефтяной пласт и т.п.). Хорошо известно, что величина магнитного склонения претерпевает значительные вариации как в пространстве (в зависимости от координат на поверхности Земли), так и во времени. В сложившейся практике для определения магнитного склонения используют приводимые на топографических картах результаты его инструментальных измерений, выполненных в момент проведения топографической съёмки местности. В эти значения вносят поправки за длиннопериодные (вековые) вариации склонения с использованием постоянной во времени скорости изменения склонения, которая также приводится на топографических картах и является

результатом экстраполяции ранее наблюдаемого хода склонения для данной местности. Однако непосредственное сопоставление результатов такой оценки современного склонения с данными современных инструментальных наблюдений показывает, что ошибки могут достигать нескольких угловых градусов. В то же время, при существующих допусках при проходке наклонно-направленных и горизонтальных скважин, ошибка в определении магнитного склонения порядка 0,7-1 угловых градуса считается весьма существенной и требует соответствующей коррекции при осуществлении бурения.

Составляющие величины магнитного склонения, их источники

Величина склонения D в данной точке земной поверхности с координатами B, L, H (соответственно – геодезические широта, долгота и высота) в момент времени t может быть представлена в виде:

$$D(B, L, H, t) = D^{main}(B, L, H, t) + \delta D^{anom}(B, L, H, t) + \delta D^{ext}(B, L, H, t) \quad (1)$$

Обозначим

$$D^{int}(B, L, H, t) = D^{main}(B, L, H, t) + \delta D^{anom}(B, L, H, t)$$

– составляющая склонения, обусловленная магнитным полем внутренних источников (т.е. расположенных внутри Земли), тогда формула (1) может быть представлена в виде

$$D(B, L, H, t) = D^{int}(B, L, H, t) + \delta D^{ext}(B, L, H, t).$$

Рассмотрим отдельно каждую из составляющих магнитного склонения в формуле (1).

$D^{main}(B, L, H, t)$ – склонение Главного магнитного поля, испытывающее относительно медленные вековые вариации, связанные с процессами генерации Главного магнитного поля во внешнем ядре Земли [см. Паркинсон, 1986]. Диапазон изменения абсолютных средних величин $D^{main}(B, L, H, t)$ зависит от геомагнитной широты местности – углового расстояния до геомагнитного полюса. Для большей части территории России, находящейся в средних (30°-70°) геомагнитных широтах, величины D^{main} колеблются в диапазоне $\pm 25^\circ$, а скорость их изменения не превышает $\pm 0,2^\circ$ в год. В высоких геомагнитных широтах (более 80°, т.е. на расстоянии менее 1000 км от маг-

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

нитного полюса), средние величины D^{main} достигают более чем 90° , а скорость их вековых изменений – $1,5^\circ$ в год. Важной особенностью величины $D^{main}(B, L, H, t)$ является её малая изменчивость в зависимости от координат, не превышающая, в средних геомагнитных широтах, $0,02^\circ$ на километр.

Очевидно, что неправильный учёт (или его отсутствие) вековой вариации склонения (т.е. временной изменчивости компонента $D^{main}(B, L, H, t)$) может являться основным источником ошибок при наклонно-направленном бурении. За 5 лет величина $D^{main}(B, L, H, t)$ в районах активной добычи углеводородов на территории России может измениться на $0,3^\circ$ – $0,7^\circ$ и более. С другой стороны, современные данные о Главном магнитном поле Земли и его изменениях во времени основаны на весьма точных экспериментальных данных сети геомагнитных обсерваторий, а также данных низколетящих спутников, специально предназначенных для наблюдений за магнитным полем Земли. Эти данные позволяют прогнозировать поведение $D^{main}(B, L, H, t)$ на пятилетнюю перспективу с точностью, достаточной для решения задач учета вариаций магнитного склонения и его влияния на точность проходки наклонно-направленных скважин.

$\delta D^{anom}(B, L, H, t)$ – поправка в величину склонения, порождаемая аномальным магнитным полем литосферы (локальная аномалия склонения). Аномальное магнитное поле Земли (АМПЗ) обусловлено намагниченными горными породами земной коры (и, в ряде случаев, возможно – ниже лежащей литосферной мантии вплоть до глубин изотермы Кюри слагающих кору и мантию ферромагнитных минералов). Это поле с большой степенью точности может считаться постоянным во времени, поскольку намагниченность горных пород остаётся практически постоянной на временных интервалах в десятки-сотни лет. Величина поправки $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$ зависит от соотношения горизонтальной и вертикальной компонент Главного магнитного поля (X^{main}, Y^{main}) и аномального магнитного поля литосферы (X^{anom}, Y^{anom}). Суммарное склонение магнитного поля внутренних источников определяется выражением:

$$D^{int} = \arctg \frac{Y^{main} + Y^{anom}}{X^{main} + X^{anom}} = \arctg \left(\frac{Y^{main}}{X^{main}} \right) \left(\frac{1 + Y^{anom}/Y^{main}}{1 + X^{anom}/X^{main}} \right), \quad (2)$$

откуда следует, что поправка в склонение за счёт аномального поля $\delta D^{anom} = D^{int} - D^{main}$, где, по оп-

ределению, $D^{main} = Y^{main}/X^{main}$ близка к нулю, если

(а) аномальное поле мало $X^{anom} \ll X^{main}$ и $Y^{anom} \ll Y^{main}$, либо (б) горизонтальная компонента вектора аномального поля направлена коллинеарно с горизонтальной компонентой вектора главного поля, что означает пропорциональность компонент X, Y : $Y^{anom}/Y^{main} \cong X^{anom}/X^{main}$. На практике условие (б) может быть выполнено в конкретной точке только случайно, поскольку направление горизонтальной компоненты вектора аномального магнитного поля может изменяться в пределах $\pm 180^\circ$ на расстояниях менее 5-10 километров. Возможность выполнения условия (а) зависит от двух факторов: абсолютной величины горизонтальных компонент главного поля и абсолютной величины горизонтальных компонент аномального поля.

Абсолютные величины X^{main}, Y^{main} максимальны в районе магнитного экватора, где могут достигать 40 000 нТл и убывают по мере увеличения геомагнитной широты, обращаясь в ноль на магнитных полюсах. Следовательно, чем выше широта района бурения, тем больше, в среднем, величина поправки в величину склонения $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$. Для сухопутной территории России абсолютные величины X^{main}, Y^{main} меняются в пределах от 22 000 нТл (Северный Кавказ) до 8 000 нТл (север Красноярского края).

Абсолютные величины X^{anom}, Y^{anom} могут меняться в широких пределах от 0-100 нТл до 40 000-50 000 нТл (в районах крупных железорудных месторождений). Таким образом, в общем случае величины X^{anom}, Y^{anom} могут быть сопоставимы с X^{main}, Y^{main} , а порождаемая ими поправка в склонение $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$ достигать десятков градусов.

В отличие от рассматриваемых ниже поправок в магнитное склонение, обусловленных магнитными полями внешнего происхождения, локальные поправки $\delta D^{anom}(B, L, H)$ не меняются во времени, а потому их игнорирование ведёт к систематической погрешности навигации, т.е. систематической ошибке в определении направления бурения. Хорошо известно, что игнорирование локальных аномалий магнитного склонения может вести к ошибкам навигации вообще, в частности – при ориентировании по компасу.

$\delta D^{ext}(B, L, H, t)$ – поправка в магнитное склонение, обусловленная магнитными полями внешнего происхождения. Под полями внешнего происхождения условимся понимать магнитные поля, создаваемые токами во внешних слоях атмосферы Земли, включая ионосферу и магнитосферу. В зависимости от характерного периода выделяют среднесуточные (с периодом 1-10 суток), среднечасовые (с периодом в 1-10 часов) и среднeminутные (с периодом в 0,1-1 час) вариации склонения внешнего происхождения.

Аналогично тому, как это было разобрано выше для поправки $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$, величина $\delta D^{ext}(B, L, H, t)$ зависит от соотношения горизонтальной и вертикальной компонент магнитного поля внутренних источников (X^{int}, Y^{int}) и поля внешних источников (X^{ext}, Y^{ext}). Оказывается, что короткопериодные вариации склонения, обусловленные внешними источниками, могут сильно возрастать с увеличением геомагнитной широты.

Однако, благодаря тому, что территория России расположена в восточном полушарии, а северный магнитный полюс – в западном, на территории полярной Канады, геомагнитная широта континентальной России не превышает 65° . Анализ вариаций склонения по обсерваториям средних геомагнитных широт показывает, что максимальных амплитуд до 3° здесь могут достигать среднeminутные (с характерным периодом в 0,1-1 час) и среднечасовые вариации склонения (с периодом в 1-10 часов). Среднесуточные (с периодом 1-10 суток) вариации не превосходят $0,7^\circ$. Эти оценки можно рассматривать в качестве наилучших для районов нефтегазовых месторождений на севере территории России. Для всех более южных районов короткопериодные вариации склонения, обусловленные магнитными полями внешнего происхождения - $\delta D^{ext}(B, L, H, t)$, будут заведомо меньше. Так, для районов расположенных в средних широтах (50° - 60° с.ш.) данные обсерваторий позволяют утверждать, что среднесуточные (т.е. с периодом 1-10 суток) вариации склонения не будут превышать $0,2^\circ$ - в периоды интенсивных магнитных возмущений. При этом среднeminутные и среднечасовые вариации (с характерными периодами 0,1-10 часов) и здесь могут достигать $0,5^\circ$.

Очевидно, что чем больше характерный период вариации склонения, тем большее влияние эта вариация может оказывать на точность проходки наклонно-направленных скважин. Наибольшее влияние (среди вариаций, обусловленных внешними источниками магнитного поля) могут оказывать вариации с периодом в несколько суток и более.

Предсказать величину $\delta D^{ext}(B, L, H, t)$ - поправки в магнитное склонение, обусловленной магнитными полями внешнего происхождения, можно, располагая данными о мгновенных значениях магнитного поля по сети магнитных обсерваторий на земной поверхности в реальном времени и решая задачу о моделировании эквивалентной токовой системы, порождающей наблюдаемые вариации поля, и используя эту модель для определения мгновенных вариаций склонения - $\delta D^{ext}(B, L, H, t)$ - в прочих точках земной поверхности, включая районы наклонно-направленного бурения. Такой подход позволит практически полностью исключить ошибки проходки скважин, связанные с вариациями склонения магнитного поля Земли внешнего происхождения.

Методика определения и прогноза величины склонения магнитного поля внутренних источников в районах наклонно-направленного бурения

Методика прогноза величины склонения Главного магнитного поля Земли.

Тот факт, что склонение магнитного поля Земли испытывает медленные (вековые) вариации, был отмечен ещё в XIV веке по результатам более чем 50-летних систематических наблюдений магнитного поля, проводившихся в Лондоне [Паркинсон, 1986]. Поэтому в сложившейся практике топографо-геодезических и маркшейдерских работ ведётся учёт вековых вариаций магнитного склонения. На топографических картах приводятся средние (для данного листа) значения склонения D_0 и год t_0 , в котором производились измерения. Также приводятся значения средней скорости изменения склонения ($\partial D/\partial t$), которые получают путём построения статистического тренда по значениям магнитного склонения, измеренным в прошлом. В качестве оценки величины магнитного склонения в текущий момент времени (год) t принимают: $D(t) = D_0 + (\partial D/\partial t)(t - t_0)$, т.е. проводится линейная экстраполяция значений магнитного склонения по результатам прошлых наблюдений. Ясно, что точность такой экстраполяции зависит, во-первых, от точности определения величины $\partial D/\partial t$, а во-вторых – от применимости модели линейной экстраполяции.

Точность определения $\partial D/\partial t$ зависит от качества и количества наблюдений магнитного склонения в прошлом (т.е. в эпоху, предшествовавшую времени последнего определения, которое указывается на карте). Во многих случаях длина соответствующего временного ряда недостаточна для построения статистически значимой оценки $\partial D/\partial t$. Что касается адекватности принципа линейной экстраполяции, то его применение в данном случае может приводить к весьма серьёзным ошибкам даже на весьма небольших временах $(t - t_0)$. Причина этого связана с присущим временным вариациям Главного магнитного поля земли явлением геомагнитных джерков [Michelis et.al., 2005]. Геомагнитным джерком называют внезапное весьма резкое изменение скорости изменения компонент вектора Главного магнитного поля (то есть второй производной этих компонент по времени). Джерки происходят с нерегулярной частотой, в среднем раз в 10 лет, при этом не только амплитуда, но и знак второй производной магнитного склонения может измениться за интервал в несколько месяцев (рис. 1).

В последние годы джерки происходили в 1969, 1978, 1991 и 1999 гг. [Mandea et.al., 2000]. Очевидно, что если величина $\partial D/\partial t$ для данной точки была определена по результатам наблюдений в период до последнего джерка, линейная экстраполяция значений склонения на период после джерка теряет смысл и может приводить к большим ошибкам.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

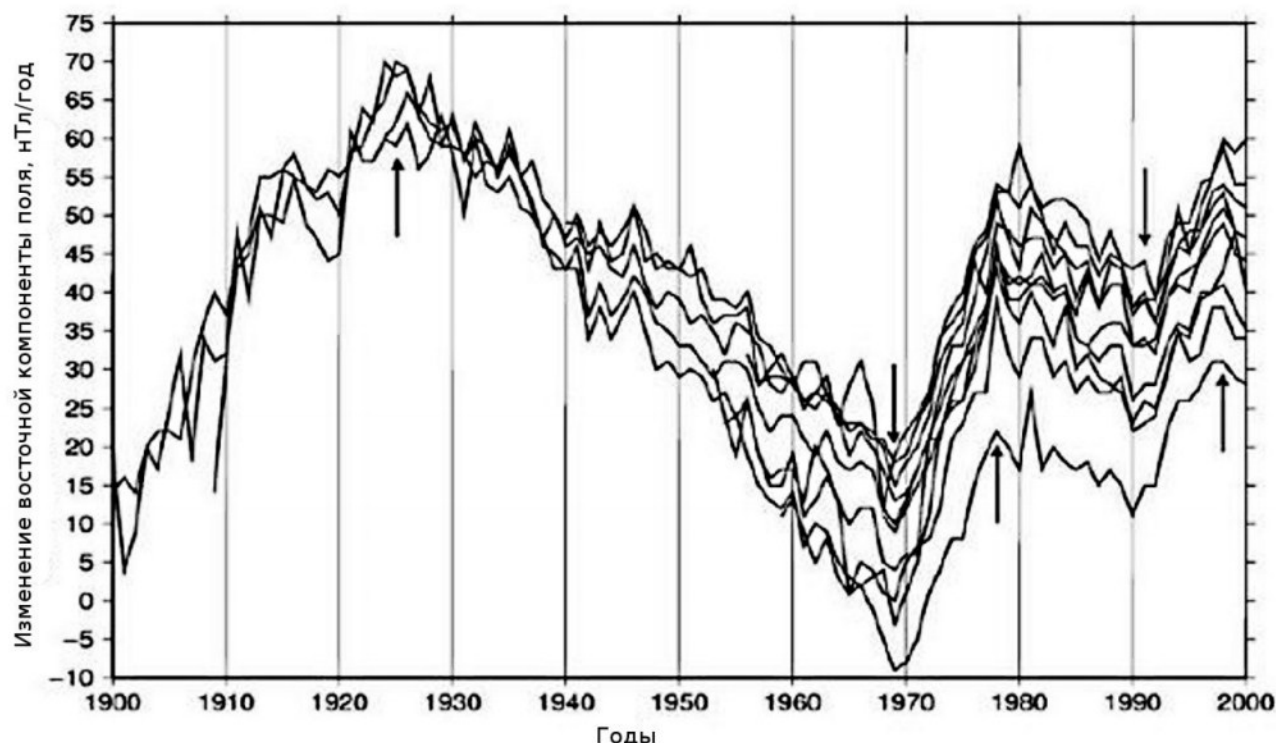


Рис.1. Скорость изменения восточной компоненты вектора Главного магнитного поля по данным обсерваторий, расположенных на территории Европы.
Моменты геомагнитных джержков указаны стрелками

Большинство ныне используемых топографо-геодезических карт содержат данные о магнитном склонении и скорости его изменения на эпохи 70-х – 80-х годов XX в., поэтому использование описанной устоявшейся методики для определения значений склонения в настоящее время представляется несостоятельным.

Пространственно-временная изменчивость Главного магнитного поля Земли в настоящее время постоянно отслеживается на основании комплекса данных геомагнитных обсерваторий, осуществляющих долговременный мониторинг элементов земного магнетизма, а также данных специальных низколетящих спутников Земли. В частности, большую роль в увеличении точности таких моделей сыграл международный спутник CHAMP, функционирующий на орбите с 2000 г.

Интегрированный анализ этих данных позволил построить так называемые международные референц-модели Главного магнитного поля. До настоящего времени сменилось 11 поколений таких моделей, каждая из которых относится к определенной пятилетней эпохе [International association..., 2010]. Каждая из этих моделей инкорпорирует данные, в том числе, о геомагнитных джержках, состоявшихся в минувшие годы. Для эпохи 2010-2015 гг. разработана специальная модель WMM-2010, согласованная с наиболее современными данными спутниковых систем и геомагнитных обсерваторий, позволяющая экстраполировать данные наблюдений за предыдущие эпохи на пятилетнюю перспективу [Maus et.al., 2010]. Модели серии WMM являются, в частности, стандартом, используемым Международной гидрографической организацией (IHO - International Hydrographic Organization), а также многими организациями по всему миру в целях магнитной навигации.

Модель позволяет вычислять значения элементов Главного магнитного поля ($X^{main}, Y^{main}, Z^{main}$) на основании разложения по гармоническим функциям:

$$\begin{cases} X^{main}(\lambda, \theta, r, t) \\ Y^{main}(\lambda, \theta, r, t) \\ Z^{main}(\lambda, \theta, r, t) \end{cases} = \sum_{l=0}^L \sum_{m=0}^l \left[\begin{matrix} C_{lm}^X(t) \\ C_{lm}^Y(t) \\ C_{lm}^Z(t) \end{matrix} \right] \cos(m\lambda) + \left[\begin{matrix} S_{lm}^X(t) \\ S_{lm}^Y(t) \\ S_{lm}^Z(t) \end{matrix} \right] \sin(m\lambda) P_{lm}(\cos\theta) \left(\frac{R_{\oplus}}{r} \right)^l, \quad (3)$$

Здесь (λ, θ, r) - геоцентрические координаты точки (вопрос перехода от геодезической к геоцентрической системе координат тривиален и здесь не рассматривается), $S_{lm}^{X,Y,Z}(t)$ - известные функциональные зависимости коэффициентов разложения от времени, отражающие вековые вариации поля, $P_{lm}(\cos\theta)$ - присоединённые функции Лежандра в нормировке Грамма-Шмидта, R_{\oplus} - средний радиус Земли.

Рассчитывая по формуле (3) величины горизонтальных компонент Главного магнитного поля X^{main} и Y^{main} , вычисляют величину склонения Главного магнитного поля:

$$D^{main}(B, L, H, t) = \arctg \frac{Y^{main}(B, L, H, t)}{X^{main}(B, L, H, t)}. \quad (4)$$

Методика вычисления локальных аномалий склонения по данным об аномалиях модуля магнитного поля

Недостатком вычисления магнитного склонения с использованием международной референц-модели

является то, что эта модель позволяет определять только значения склонения Главного магнитного поля Земли $D^{main}(B, L, H, t)$, тогда как на топографических картах приводятся значения суммарного склонения поля внутренних источников $D^{int}(B, L, H, t)$, учитывающие (хотя и только в среднем для данного листа) и локальные аномалии склонения. Поэтому при вычислении вековых вариаций склонения на основе международной референц-модели Главного поля возникает необходимость отдельно определять локальную аномалию склонения $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$ (см. формулу 1).

Для вычисления локальных аномалий склонения $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$, обусловленных аномальным магнитным полем Земли (АМПЗ) литосферного происхождения, могут быть использованы данные об аномалиях модуля магнитного поля $\Delta T = T - T^{main}$. Суть метода состоит в восстановлении, по данным об аномалиях ΔT , компонент вектора АМПЗ $\vec{T}^{anom} = (X^{anom}, Y^{anom}, Z^{anom})$ и последующего вычисления склонения суммарного поля внутренних источников $D^{int}(B, L, H, t)$ по формуле (2). Величину локальной аномалии склонения можно получить по формуле $\delta D^{anom} = D^{int} - D^{main}$, при этом она сама не имеет непосредственного практического смысла, поскольку для навигации при наклонно-направленном бурении должно использоваться склонение суммарного поля внутренних источников $D^{int}(B, L, H, t)$. С другой стороны, указание величины локальной поправки δD^{anom} важно с точки зрения оценки вклада АМПЗ, порождаемого литосферными источниками, в величину склонения.

Основную сложность представляет собой решение самой задачи восстановления компонент вектора АМПЗ $\vec{T}^{anom} = (X^{anom}, Y^{anom}, Z^{anom})$ по данным об аномалиях ΔT . При этом восстановление компонент АМПЗ необходимо вести на поверхности Земли, т.е. в области приближенной к источникам аномального поля, по сравнению с уровнем, на котором проводились измерения (аэромагнитометрические, либо спутниковые). Хорошо известно, что эта задача является некорректной (в частности, её решение не единственно и неустойчиво), а потому для её решения должны использоваться специальные методы, привлекающие дополнительную информацию о свойствах решения.

В основе разработанного в ИФЗ РАН алгоритма [Тихоцкий, Шур, 2001; Шур, Тихоцкий, 2007] лежит метод истокообразных аппроксимаций, предложенный, в оригинальной форме, независимо отечественным учёным В.И.Ароновым [Аронов, 1963] и норвежским геодезистом Бьерхаммером [Bjerhammar, 1962] и в дальнейшем широко применявшийся для решения весьма сходной задачи вычисления уклонений отвесной линии по данным об аномалиях силы тяжести

[Аронов, 1964; Гордин, 1966]. Дальнейшее развитие метод получил в работах В.И.Аронова, В.М.Гордина, А.С.Долгаля, В.О.Михайлова, С.А.Тихоцкого, Д.Ю.Шур и др. Метод неоднократно демонстрировал свою высокую эффективность при решении различных задач геодезии и геофизики. В геодезической литературе этот метод часто называют методом Аронова-Бьерхаммера.

В основе разработанного в ИФЗ РАН и применяемого в данной работе отчета алгоритма лежит идея последовательной аппроксимации разночастотных компонент АМПЗ полями слоёв вспомогательных источников, залегающих на последовательно уменьшающихся глубинах. Алгоритм включает специальные процедуры оценки локального частотного состава поля, предварительной фильтрации его значений и выбора оптимального положения аппроксимирующих источников.

Ранее было выполнено широкое тестирование алгоритма с использованием как синтетических, так и реальных полевых данных. Алгоритм демонстрирует высокую устойчивость и широко применялся при аппроксимации АМПЗ и его последующей интерпретации [Тихоцкий, Шур, 2001; Шур, Тихоцкий, 2007].

Примеры оценки и прогноза пространственно временных вариаций магнитного склонения для некоторых нефтедобывающих регионов России

Использованные данные.

Предложенная методика была опробована на нескольких участках, где ОАО «НК «Роснефть» ведёт разработку месторождений УВ. В качестве данных об аномальном магнитном поле Земли $\Delta T = T - T^{main}$ использованы данные, представленные в «Мировой цифровой карте аномального магнитного поля» (*World Digital Magnetic Anomaly Map - WDMAM*).

Основным фактором, влияющим на возможность воспроизводить аномалии в диапазоне длин волн менее 1000 км, соответствующие аномальному магнитному полю земной коры, является высота полёта спутника с измерительными приборами: чем выше находится аппарат, тем меньше амплитуда коротковолновых компонент поля. Поэтому новая эпоха в спутниковых наблюдениях магнитного поля Земли (МПЗ) началась в 1999 г. с запуском аппарата «Эрстед», высота полёта которого составляла, в среднем, 800 км. Спутник SAC-C, функционировавший в 2001-2004 гг., находился на орбите в 700 км и также поставлял данные о модуле магнитного поля. Прорыв в точности и детальности данных о МПЗ был достигнут с запуском в 2000 г. спутника CHAMP, который изначально находился на орбите средней высотой в 450 километров, а с сентября 2006 г. – средней высотой 350 км. Благодаря большой массе при малом поперечном сечении спутник CHAMP может находиться на низкой орбите существенно дольше, чем спутники предшествующих поколений. Дополнительным преимуществом является его функционирование в период минимума солнечной активности в 2007-2010 гг., когда помехи, связанные с полями внешних источников минимальны.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Данные о МПЗ, поставляемые спутником CHAMP, прошли длительную процедуру селекции и обработки, выполненную международной исследовательской группой, в результате которой была составлена серия цифровых моделей аномального магнитного поля, источники которого расположены в земной коре. Наиболее точная из них и обладающая максимальной детальностью модель MF5 [Maus и др., 2007a] содержит информацию об аномальном магнитном поле ΔT в диапазоне длин волн от 400 км и более. Располагая надёжными данными об АМПЗ в диапазоне длин волн от 400 км и более и данными аэромагнитных съёмок можно построить комбинированную модель, которая будет содержать информацию об АМПЗ во всём диапазоне длин волн. Усилиями международной рабочей группы к настоящему времени создана «Мировая цифровая карта аномального магнитного поля» (*World Digital Magnetic Anomaly Map - WDMAM*) [Maus и др., 2007б], предоставляющая информацию об аномалиях модуля магнитного поля ΔT , приведённого к высоте 5 км над земной поверхностью с детальностью 0,05° (углового градуса), что в средних широтах соответствует приблизительно детальности 5х5 км.

Важно отметить, что хотя данная детальность не представляется слишком высокой, она вполне достаточна для оценки величины локальной поправки в магнитное склонение δD^{anom} , порождаемой аномальным магнитным полем Земли. Исключением являются районы неглубокозалегающих железорудных месторождений (например – район Курской магнитной аномалии), где значительную амплитуду имеют именно коротковолновые аномалии магнитного поля

и связанные с ними аномалии склонения, но среди исследованных нами участков таких районов нет. Другим исключением могут являться высокоамплитудные поля техногенного происхождения: поля трубопроводов и т.д. Их влияние на аномалии склонения может быть оценено исключительно путём непосредственных инструментальных наблюдений.

Некоторые результаты оценки локальных аномалий склонения

Северная часть о-ва Сахалин.

Параметры Главного магнитного поля в пределах исследованного участка (по состоянию на середину 2010 г.) приведены в табл.1.

Таблица 1

Диапазон изменения элементов нормального (Главного) магнитного поля в пределах планшета на эпоху 2010 года

Наименование элемента поля	Минимум	Максимум
Склонение, D (град.)	10°51'	12°43'
Наклонение I (град.)	64°40'	68°28'
Полная интенсивность T (нТл)	55 645	53 215
Северная компонента X (нТл)	19 924	22 360
Восточная компонента Y (нТл)	-4 500	4 283
Горизонтальная компонента H (нТл)	20 431	22 766

На рис. 2.а представлена карта аномалий модуля магнитного поля ΔT на высоте 5 км по данным цифровой карты WDMAM в пределах северной части о-ва Сахалин на эпоху 2010 года.

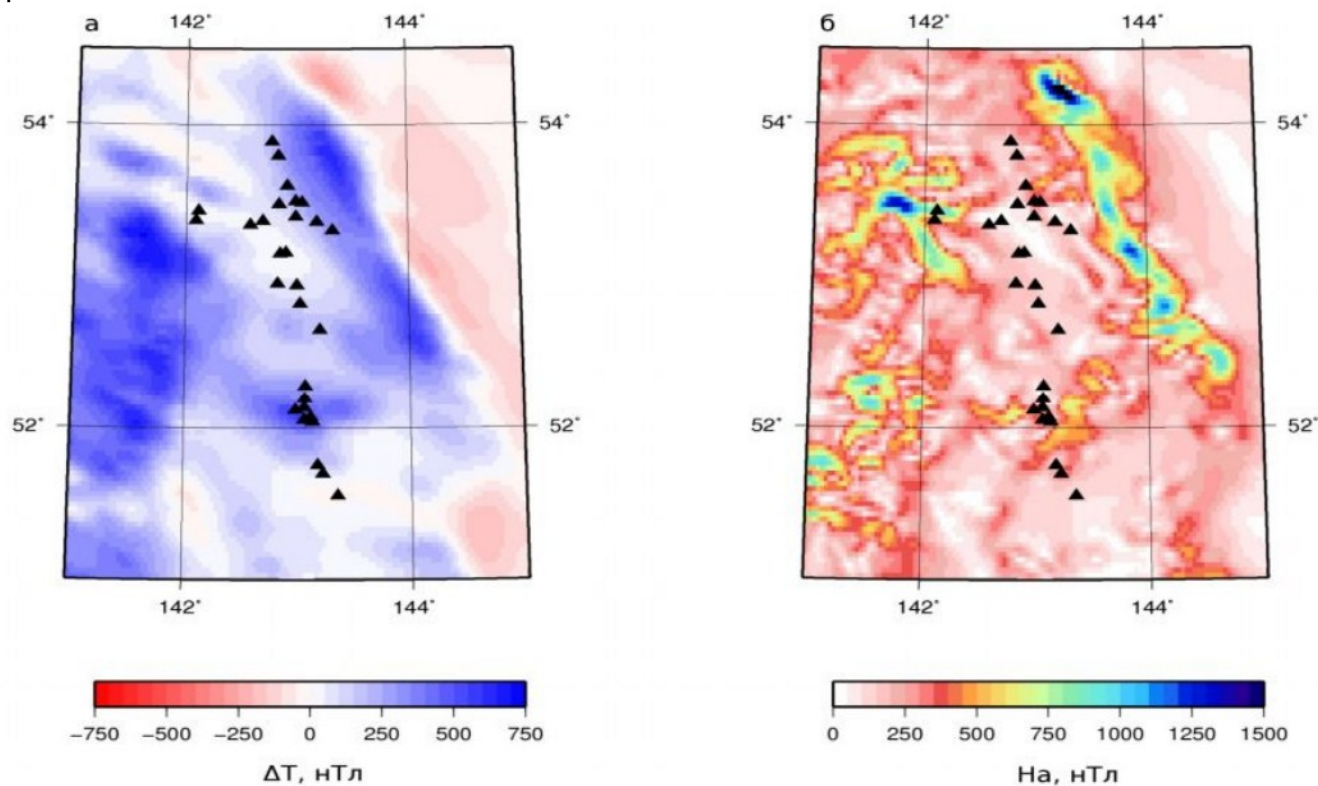


Рис. 2. Аномальное магнитное поле в пределах северной части о-ва Сахалин:
а) аномалия модуля магнитного поля на высоте 5 км по данным WDMAM,
б) вычисленная амплитуда горизонтальной компоненты аномального поля на высоте рельефа местности

Разрабатываемые нефтяные месторождения (обозначены чёрными треугольниками) находятся в пределах слабopоложительного магнитного поля, амплитуда которого не превышает 500 нТл, т.е. на два порядка меньше амплитуды компонент Главного (нормального) магнитного поля (табл. 1).

Для оценки величины локальной аномалии склонения на поверхности Земли имеет значение амплитуда горизонтальной компоненты аномального поля H_a на высоте рельефа (см. формулу 2), которая может быть вычислена с использованием вышеописанной методики. Из рис.2.б следует, что величина H_a для 29 из числа месторождений не превосходит 650 нТл, что в 30 раз меньше амплитуды горизонтальной компоненты Главного поля H^{main} , а для ос-

тавшихся двух месторождений – не превосходит 1000 нТл, что в 20 раз меньше H^{main} .

Поэтому амплитуда локальной аномалии склонения для этих месторождений не превосходит $1,5^\circ$ (рис. 3.в).

Склонение суммарного поля внутренних источников (рис.3.б) для месторождений ОАО «НК «Роснефть» на середину 2010 года находится в пределах от -10° до -14° и определяется, в основном, склонением Главного поля (рис. 3.а).

Однако в пределах исследуемой площади имеются и участки высокоамплитудного аномального поля, в первую очередь – в Северо-Восточной его части (вблизи береговой линии, в пределах шельфа о. Сахалин) и в западной части площади.

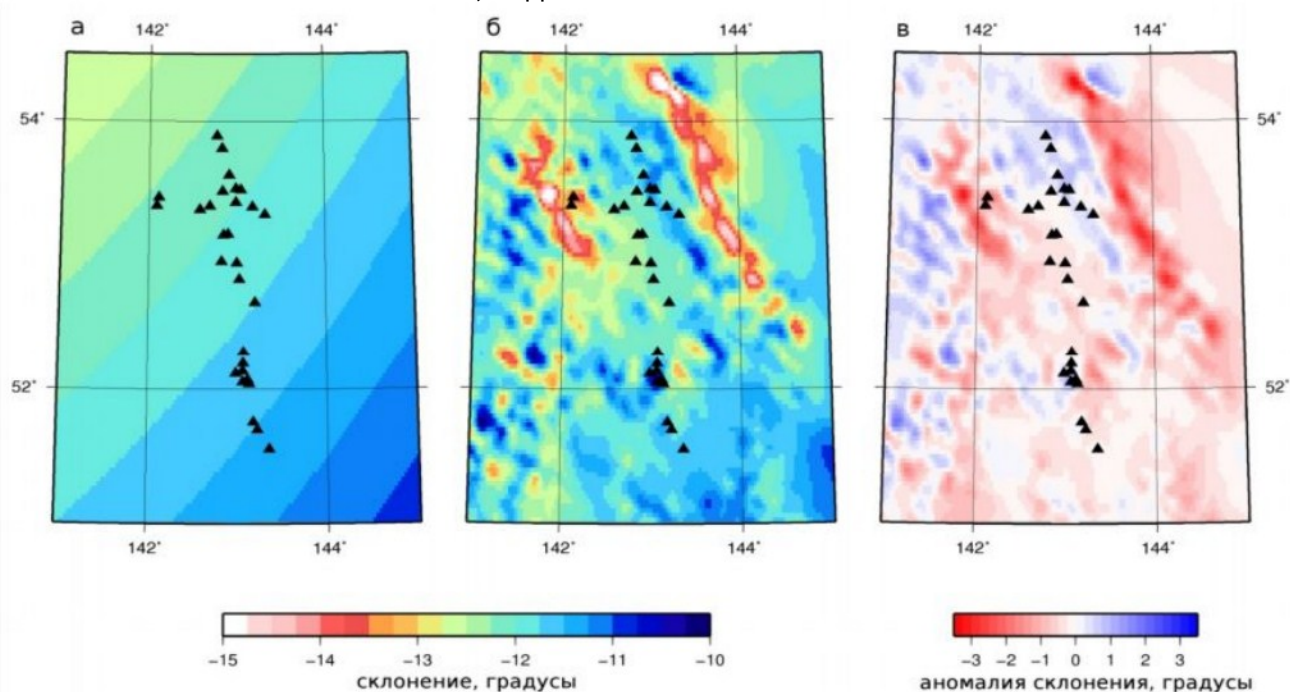


Рис. 3. Склонение магнитного поля в пределах северной части о-ва Сахалин на середину 2010 г.:
а) склонение Главного поля, б) склонение суммарного поля внутренних источников, в) локальная аномалия склонения

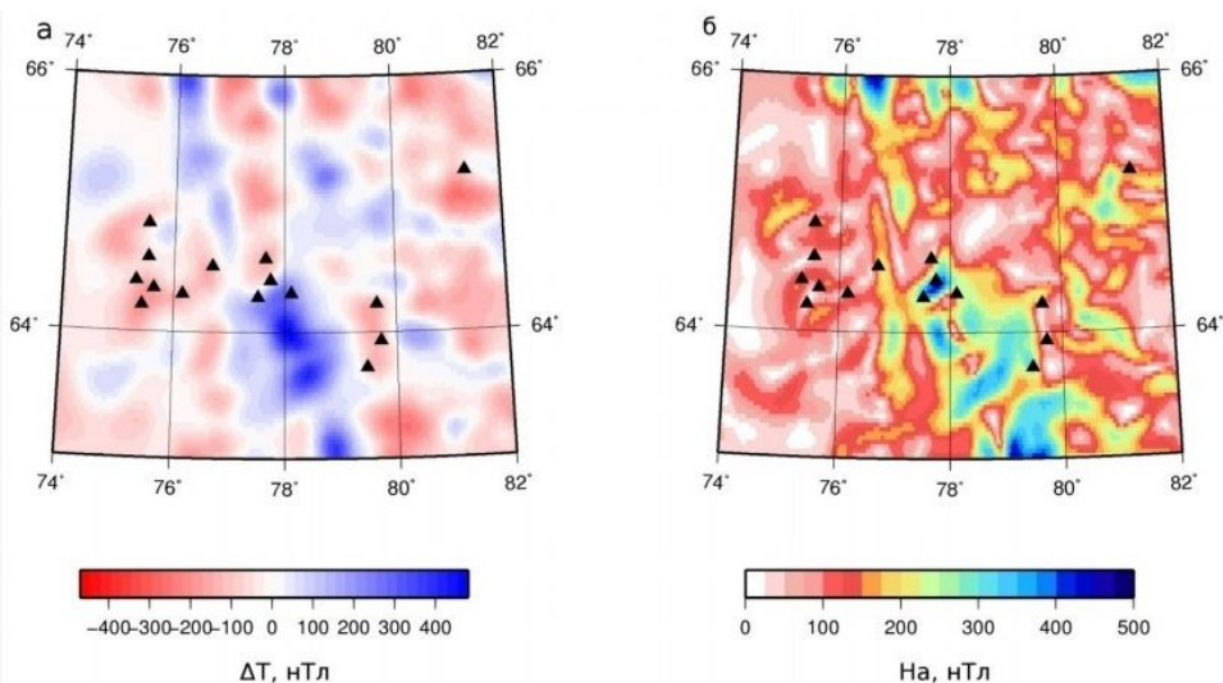


Рис. 4. Аномальное магнитное поле полуострова «Ямал»:

а) аномалия модуля магнитного поля на высоте 5 км по данным WDMAM, б) вычисленная амплитуда горизонтальной компоненты аномального поля на высоте рельефа местности. Чёрными треугольниками обозначены разрабатываемые нефтяные месторождения

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Амплитуда горизонтальной компоненты аномального поля на этих участках может превышать 1500 нТл, а локальная аномалия склонения – превосходить 3° . Особенно важно, что в этих областях градиент локальной аномалии склонения может достигать $0,1^\circ-0,5^\circ$ на километр. В случае планирования наклонно-направленного бурения на этих участках необходимо проводить более детальные оценки склонения с привлечением крупномасштабных данных по аномальному магнитному полю, магнитным свойствам горных пород в разрезе и, желательно, - с проведением контрольных инструментальных измерений склонения.

Полуостров Ямал.

Параметры Главного магнитного поля в пределах исследованного участка (по состоянию на середину 2010 г.) приведены в табл.2.

Таблица 2

Диапазон изменения элементов нормального (Главного) магнитного поля в пределах п-ова Ямал на эпоху 2010 года

Наименование элемента поля	Минимум	Максимум
Склонение, D (град.)	$15^\circ 15'$	$21^\circ 23'$
Наклонение I (град.)	$79^\circ 24'$	$80^\circ 19'$
Полная интенсивность T (нТл)	59 055	59 115
Северная компонента X (нТл)	9 256	10 685
Восточная компонента Y (нТл)	2 881	3 625
Горизонтальная компонента H (нТл)	9 940	11 067

Данный участок расположен в высоких широтах, наклонение Главного поля составляет около 80° , амплитуда горизонтальной компоненты Главного поля – около 10 000 нТл. Аномальное поле ΔT на высоте 5 км по данным цифровой карты *WDMAM* (рис. 4.а) несколько менее интенсивно, чем на территории Сахалина.

Для оценки величины локальной аномалии склонения на поверхности Земли имеет значение амплитуда горизонтальной компоненты аномального поля H_a на высоте рельефа. Из рис. 4.б следует, что величина H_a для большинства месторождений не превосходит 200 нТл (т.е., в 50 раз меньше амплитуды горизонтальной компоненты Главного поля H^{main}), но для месторождений, расположенных в центральной части планшета – достигает 300-400 нТл, что всего лишь в 20 раз меньше H^{main} .

Именно для этих месторождений локальная аномалия склонения превосходит $1,5^\circ$ (рис.5.в). Важно отметить, что из-за неоднородного магнитного поля поле аномалий склонения также обладает высокими градиентами, прежде всего – для области в центральной части планшета, где расположено несколько месторождений. Это требует со всей внимательностью подходить к введению поправки за магнитное склонение при наклонно-направленном бурении для этих месторождений.

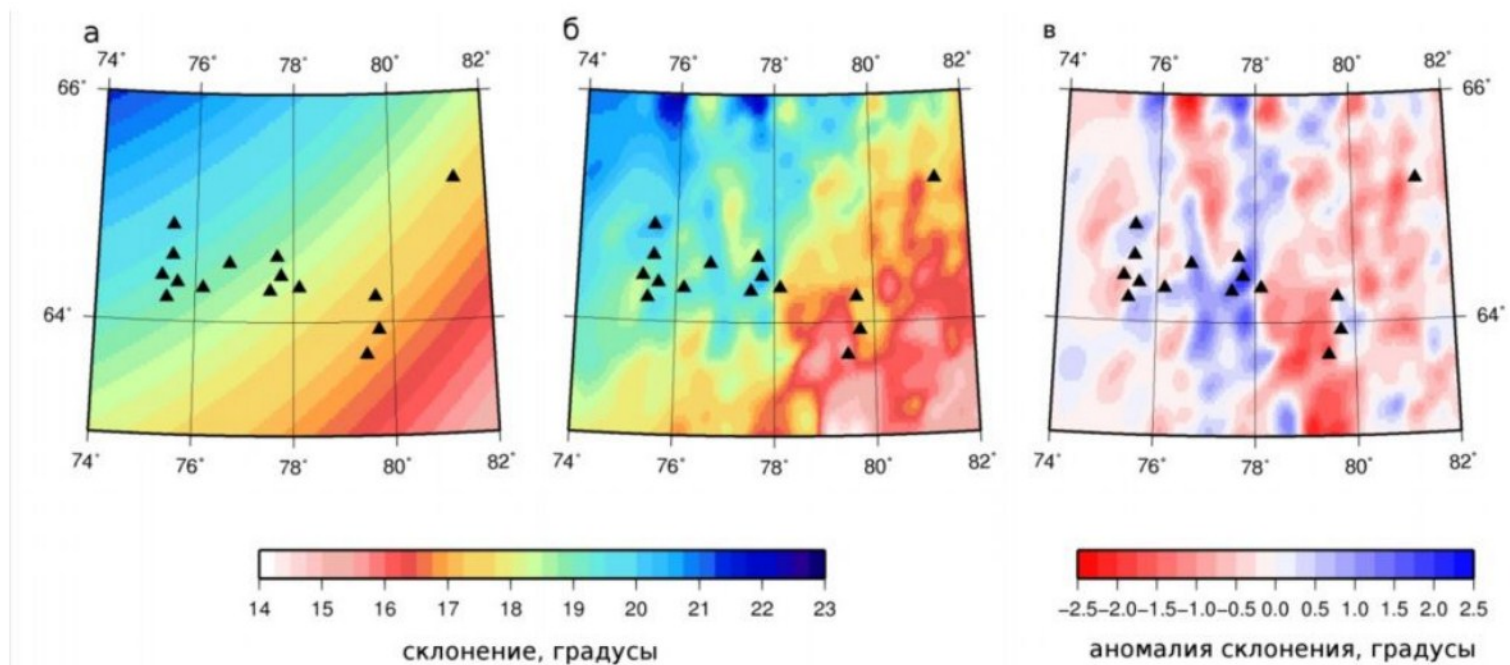


Рис. 5. Склонение магнитного поля полуострова «Ямал» на середину 2010 г.:

а) склонение Главного поля, б) склонение суммарного поля внутренних источников, в) локальная аномалия склонения

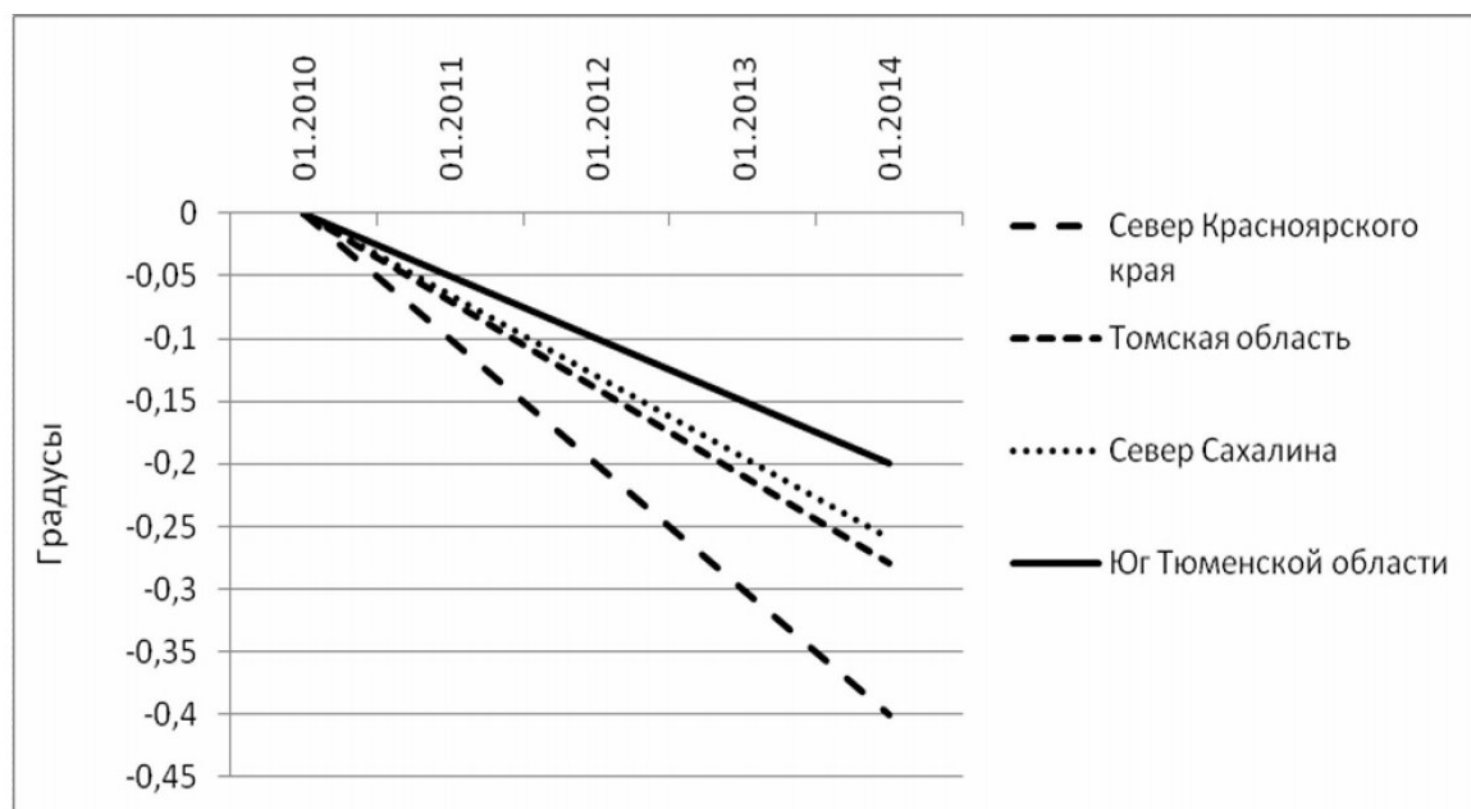


Рис. 6. Прогноз изменений магнитного склонения (относительно значения на начало 2010 г.) на период до 2014 года для различных регионов Сибири по данным модели WMM-2010.

По вертикальной оси – изменение склонения в градусах

На рис. 6 показана прогнозная кривая изменений магнитного склонения во времени (на пятилетнюю перспективу) для различных районов.

Из рисунка отчетливо видно, что для всех участков величина склонения будет уменьшаться, быстрее всего этот процесс протекает для севера Красноярского края, где за 4 года можно ожидать уменьшения склонения на $0,4^\circ$, медленнее всего – для юга Тюменской области, где ожидаемое изменение склонения вдвое меньше – $0,2^\circ$.

Заключение

Проведённые исследования показывают, что существенные (более $0,5^\circ$) погрешности в определении склонения могут возникать из-за: 1) игнорирования вековых вариаций Главного магнитного поля, которые в нефтедобывающих регионах Сибири могут достигать $0,1^\circ$ - $0,3^\circ$ в год; 2) игнорирования локальных аномалий магнитного склонения, обусловленных намагниченными породами литосферы, которые, в этих районах, могут достигать 1° - 3° . Заметные погрешности могут также вносить и короткопериодные (с характерными периодами в диапазоне 1-10 суток) вариации склонения, обусловленные влиянием магнитосферы и ионосферы Земли, которые могут достигать (для районов расположенных севернее 65° с.ш.) амплитуды $0,7^\circ$.

Сложившаяся практика учёта вековых вариаций магнитного склонения на основе введения

линейных во времени поправок в данные о склонении, снятые с топографических карт, составленных до 2005 г. и ранее, не обеспечивает требуемой точности. Причиной этого является переменная во времени скорость изменения компонент вектора магнитного поля Земли. Во время геомагнитных джерков, происходящих нерегулярно (как правило – не реже чем раз в 10 лет) не только амплитуда, но и направление изменения магнитного склонения может измениться за интервал в несколько месяцев.

Таким образом, в целях обеспечения точности работ по наклонно-направленному бурению необходимо выполнять комплекс работ, направленных на уточнение величин магнитного склонения в районах бурения, в том числе:

1. Осуществлять прогноз вековых вариаций магнитного склонения $D^{main}(B, L, H, t)$ в районах бурения, связанных с эволюцией Главного магнитного поля Земли. Для осуществления такого прогноза должна использоваться международная модель Главного магнитного поля на пятилетнюю перспективу. Такие модели наиболее точно учитывают весь комплекс наиболее современных данных о Главном магнитном поле Земли, включая данные сети геомагнитных обсерваторий и спутниковых измерений, а их использование для целей навигации являются стандартом для большинства международных и национальных организаций.

2. Проводить оценку локальных аномалий магнитного склонения $\delta D^{anom}(B, L, H, t)$, порождаемых

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

аномальным магнитным полем Земли (АМПЗ) литосферного происхождения. Для такой оценки могут быть использованы данные об аномалиях модуля магнитного поля ΔT . Оценка может быть выполнена на основании данных аэромагнитных съёмок, либо по данным Международной модели магнитного поля WDMAM. Для решения задачи определения локальных аномалий склонения по данным об аномалиях ΔT в ИФЗ РАН разработан специальный алгоритм, обеспечивающий устойчивое решение данной задачи.

3. Для месторождений, расположенных в районах крайнего Севера, также желательно производить мониторинг **короткопериодных** аномалий магнитного склонения, обусловленных процессами в ионосфере и магнитосфере Земли. Прогноз этих аномалий на перспективу крайне затруднен из-за неустойчивого характера процессов. Поэтому, целесообразна организация системы оповещения нефтедобывающих компаний о короткопериодных вариациях склонения $\delta D^{ext}(B, L, H, t)$ на основе математического моделирования соответствующих процессов по данным геомагнитных обсерваторий в реальном времени. Для улучшения качества прогноза также возможно развёртывание дополнительных магнитовариационных станций непосредственно в тех географических регионах, в которых где проводится массовое наклонно-направленное бурение.

Литература

1. Аронов В.И. К вопросу о редуцировании аномалий силы тяжести в горной области. // Геофиз.разведка. 1963. Вып. 14. С. 80-91.
2. Аронов В.И. Вычисление уклонений отвеса по наблюдениям Δg в горном районе. // Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка. - 1964. - N 6. - С. 65-71.
3. Гордин В.М. О вычислении высших производных гравитационного потенциала в горной области. // Геофизические исследования. Сб. 2. - М.: Изд-во МГУ, 1966. - С. 251-257.

4. Гордин В.М., Тихоцкий С.А., Шур Д.Ю. О восстановлении гармонического компонента аномалий модуля магнитного поля // Изв. РАН. сер. Физика Земли. №4. 2006. с. 69-79.
5. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир, 1986. 527 с.
6. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. современные движения земной коры осадочных бассейнов. М.: Наука, 1989. 187 с.
7. Тихоцкий С.А., Шур Д.Ю. Применение многоуровневых истокообразных аппроксимаций к задачам магнитной картографии и анализа магнитного поля // Тез. докл. межд. к-ции "Вопросы теории и практики геол. инт-ции грав., магн. и электр. полей", М.: ОИФЗ РАН - 2001. с. 130-131.
8. Шур Д.Ю., Тихоцкий С.А. Адаптивная многоуровневая аппроксимация аномалий магнитного поля: алгоритм и электронная карта АМП Северного Кавказа. // Мат. 43-й сессии межд.сем. "Вопросы теории и практики интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей". М.:ИФЗ РАН. 2007. С. 297-299.
9. Bjerhammar, A. Gravity reduction to a spherical surface. R. inst. tech., tech. rep., no. 70, p. 3, 1962.
10. P. De Michelis, R. Tozzi, and A. Meloni (2005), Geomagnetic jerks: observation and theoretical modeling. // *Memorie della Società Astronomica Italiana*, Vol. 76, pp. 957-960.
11. Maus, S., Luhr, H., Rother, M., Hemant, K., Balasis, G., Ritter, P., Stolle, C. Fifth-generation lithospheric magnetic field model from CHAMP satellite measurements. // *Geochem. Geophys. Geosyst.*, v. 8, Q05013, 8 pp. doi:10.1029/2006GC001521., 2007a.
12. Maus, S., Sazonova, T., Hemant, K., Fairhead, J.D., Ravat, D. National Geophysical Data Center candidate for the World Digital Magnetic Anomaly Map. // *Geochem. Geophys. Geosyst.*, v. 8, Q06017, 10 pp. doi:10.1029/2007GC001643., 2007b.
13. Maus, S., S. Macmillan, S. McLean, B. Hamilton, A. Thomson, M. Nair, and C. Rollins, 2010, The US/UK World Magnetic Model for 2010-2015. NOAA Technical Report NESDIS/NGDC.
14. Mioara Manda, Eric Bellanger and Jean-Louis Le Mouél (2000), A geomagnetic jerk for the end of the 20th century. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 183, Issues 3-4, Pages 369-373. doi:10.1016/S0012-821X(00)00284-3.

Ильдар Мунирович Залялов, канд.техн.наук, гл.маркшейдер ОАО «НК «Роснефть»;
 Юрий Олегович Кузьмин, доктор физико-математических наук, исполнительный директор Института Физики Земли РАН, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии МГГУ, ученый секретарь Союза маркшейдеров России, тел.(499) 254-91-35;
 Сергей Андреевич Тихоцкий, канд.физико-математических наук, ученый секретарь Института Физики Земли РАН, тел.(499) 254-25-53;
 Дина Юрьевна Шур, научный сотрудник Института Физики Земли РАН, тел.(499) 254-25-53.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНО-СКАНИРУЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ КРУПНО-МАСШТАБНОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЁМКЕ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Рассмотрена топографическая съёмка города Хеврон (Палестина) в масштабе 1:2500 путём комбинации тахеометрической и лазерно-сканирующей съёмок. Приведены рекомендации, повышающие точность ориентирования сканов при съёмке лазерным сканером.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: топографическая съёмка; тахеометрическая съёмка; лазерно-сканирующая съёмка; погрешности ориентирования сканов.



В.Н.Гусев



Шахин Али Фуад



В.К.Носов

В настоящей статье рассматривается методика крупномасштабной топографической съёмки города Хеврон (Палестина) [10]. В техническом проекте предусматриваются следующие параметры:

- эллипсоид – WGS- 84;
- картографическая проекция – UTM;
- масштаб съёмки – 1:2500;
- допуск точности планово-высотного положения съёмочных точек – 0.2 м.

Для создания топографического плана города предложен комбинированный метод съёмки, блок-схема которого представлена на рис.1. Сущность метода заключается в совместном использовании тахеометрической и лазерно-сканирующей съёмок.

Каждому виду съёмки присущи соответствующие преимущества и недостатки.

Применение тахеометрической съёмки наиболее эффективно на малозастроенной территории. При этом скорость тахеометрической съёмки сравнительно невысока. Лазерно-сканирующая съёмка наиболее эффективна при её использовании в городских условиях. Съёмку возможно осуществлять в любое время суток и при любой погоде. Однако, как показывает практика, камеральная обработка результатов лазерного сканирования требует в несколько раз больше времени, труда и финансовых средств, чем собственно полевые измерения.

Съёмочное планово – высотное обоснование для обоих видов съёмки создается на основе опорной планово-высотной сети, развиваемой методом трилатерации [3] и геометрического нивелирования [1,2]. Метод трилатерации создания опорной планово-высотной сети выбран не случайно, так как службами безопасности Израиля наложены ограничения на использование спутниковых навигационных систем. Принципы построения сетей трилатерации в г.Хеврон и математической обработки результатов измерений рассмотрены в работе [11].



Рис.1. Блок- схема комбинированной топографической съёмки города

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Обобщенная технологическая схема выполнения тахеометрической съемки включает:

- ведение графического абриса;
- производство съемки;
- камеральные работы.

В качестве технического средства выполнения тахеометрической съемки наиболее целесообразно использование электронного тахеометра [13] типа SET2C (рис. 2 а), основные технические данные которого представлены в табл. 1. Технология производства тахеометрической съемки изложена в соответствующих инструкциях [4,5]. При этом наиболее целесообразно использование электронного тахеометра в автоматизированном режиме [6].

Исследования показывают, что лазерно-локационный метод обеспечивает определение координат наземных контурных и точечных объектов, а также высотных отметок в пределах 0,005-0,05 м, что позволяет использовать его для создания и обновления карт и планов всего масштабного ряда вплоть до масштаба 1:500.

Технология лазерно-сканирующей съемки заключается в определении пространственных прямоугольных координат X , Y , Z точек поверхности исследуемого объекта, что реализуется путем измерения наклонных дальностей D до определяемых точек с помощью лазерного безотражательного дальномера [7,8,10].

Обобщенная технологическая схема выполнения лазерно-сканирующей съемки включает в себя:

- создание рабочего планово-высотного обоснования;
- производство съемки;
- ведение графического абриса;
- камеральные работы.

Рабочее планово-высотное обоснование предназначено для ориентирования каждого скана в заданной системе координат с помощью 4-5 сканерных марок внешнего ориентирования, располагаемых вокруг лазерной станции. Плановые координаты и высотные отметки марок определяются с помощью электронного тахеометра. Обязательным условием является однозначное дешифрирование марок на точечной модели.

На точность ориентирования (регистрации) сканов в заданной системе координат оказывает влияние местоположение марок внешнего ориентирования относительно установки лазерного сканера. Для оценки этого влияния в среде AutoCAD были смоделированы различные варианты расположения марок относительно установки лазерного сканера. Основные геометрические параметры, которые моделировались, – это угол между марками внешнего ориентирования относительно точки установки лазерного сканера, расстояния от марок внешнего ориентирования до лазерного сканера и превышение между марками внешнего ориентирования. Местоположение сканера в каждом варианте расположения марок внешнего ориентирования определялось пространственной линейной засечкой по алгоритму, предложен-

ному В.А.Падве [9], с последующей оценкой погрешности определения пространственного положения сканера. В результате были выявлены следующие закономерности:

1. На погрешность определения пространственного положения лазерного сканера оказывает существенное влияние разность высотного положения марок внешнего ориентирования: чем больше превышение между марками внешнего ориентирования, тем точнее определение координат (X , Y , Z) положения лазерного сканера. Особенно это влияние сказывается на координату Z . Так если марки находятся на одном уровне, т.е. превышение между ними равно нулю, погрешность определения координаты Z лазерного сканера может достигнуть, при расстоянии от сканера до марок 30÷40 м и углах между марками 60÷100°, порядка 10÷20 м. С другой стороны, если превышение между марками при этих же геометрических условиях смоделировать порядка 3÷6 м, погрешность координаты Z снижается до уровня 0,008÷0,010 м. При этом погрешности плановых координат (X , Y) в рассмотренных случаях составляют 0,002 м.

2. Существенное влияние на погрешность определения координаты Z оказывает влияние угол между марками внешнего ориентирования относительно лазерного сканера. Так, если при угле 60÷100° и при превышениях между марками внешнего ориентирования 3÷6 м, погрешность координаты Z , как указывалось в п. 1, составила 0,008÷0,010 м и координат X , Y – 0,002 м, то при угле между марками внешнего ориентирования 10° погрешность определения Z уже составит 0,150 м, а погрешность плановых координат (X , Y) – 0,006 м. То есть, угол между марками внешнего ориентирования оказывает влияние как на погрешность определения координаты Z , так и на погрешность определения плановых координат X , Y . При этом основное и наибольшее влияние оказывается на погрешность определения Z .

3. На погрешность определения пространственного положения лазерного сканера заметное влияние оказывает расстояние от него до марок внешнего ориентирования. При угле между марками 60÷100° и превышении между марками 5 м выявлена следующая тенденция:

- для расстояния между марками внешнего ориентирования и лазерным сканером 30÷40 м, погрешность определения координаты Z сканера составила $m_z=0,009$ м, погрешность плановых координат X , Y составила $m_x=m_y=0,002$ м;

- для расстояния между марками внешнего ориентирования и лазерным сканером 10 м - $m_z=0,004$ м и $m_x=m_y=0,002$ м;

- для расстояния между марками внешнего ориентирования и лазерным сканером 5 м - $m_z=0,003$ м и $m_x=m_y=0,002$ м;

- для расстояния между марками внешнего ориентирования и лазерным сканером 3 м - $m_z=0,002$ м и $m_x=m_y=0,002$ м.

Таким образом, для повышения точности ориен-

тирования (регистрации) сканов в системе координат съёмки марки внешнего ориентирования следует располагать на расстоянии от 5 м до 40 м от лазерного сканера, под углами между марками внешнего ориентирования относительно лазерного сканера $60 \div 100^\circ$, с превышением между марками внешнего ориентирования $3 \div 6$ м.

При производстве лазерно-сканирующей съёмки важную роль имеют:

- выбор углового шага сканирования.
- выбор места установки станции.

Угловой шаг сканирования φ выбирается в соответствии с формулой [10]:

$$\varphi = (l / D) \rho ,$$

где l – линейный шаг сканирования; $\rho \approx 57^\circ,3$.

Для планов масштаба 1: 2500, приняв $l=10$ см при $D=60$ м, получим $\varphi = 0^\circ,1$.

При наземной лазерной съёмке требуется прямая видимость на объект, что предусматривает:

- формирование плановой части (векторизация точечной модели);
- определение высотных характеристик объектов и рельефа;
- экспорт в пользовательский формат.

Процесс выполнения измерений на сканерной станции включает в себя следующие этапы: установление связи лазерного сканера с управляющим программным обеспечением (ПО), задание области и шага сканирования, непосредственно сканирование.

Для создания топографических планов на осно-

ве данных лазерно-сканирующей съёмки необходим графический абрис. В отличие от тахеометрической съёмки абрис создается после съёмочных работ с использованием в качестве подложки результатов лазерного сканирования. Для этого на основе множества полученных сканов создается компьютерное изображение в ортогональной проекции – вид сверху, которое по сути представляет собой ортофотоснимок участка местности. На данную подложку наносят взаимное положение объектов (в том числе и подземных коммуникации), их назначение и характеристики.

В качестве технического средства выполнения наземной лазерной съёмки целесообразно использование лазерного сканера Riegl LMS-Z420i [14] (рис.2б), основные технические характеристики которого представлены в табл. 2. Обработка результатов лазерно-сканирующей съёмки требует мощных программных средств и компьютерных ресурсов. Существует большое число программных комплексов, предназначенных для сопровождения лазерно-сканирующей съёмки, которые позволяют осуществлять:

- управление сканером при полевых измерениях;
- контроль процесса сканирования в режиме RTM;
- объединение отдельных сканов, полученных с разных позиций, в единое геопространство;
- преобразование систем координат;
- оценка точности выполненных измерений;
- топографическую съёмку местности;
- обеспечение работы в системах AutoCAD, Microstation, Integraph и др.

а



б



Рис. 2. Технические средства выполнения комбинированной топографической съёмки:

- а) электронный тахеометр SET2C;
б) наземный лазерный сканер Riegl LMS-Z420i, подготовленный для съёмки.

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

Таблица 1

Основные технические характеристики электронного тахеометра SOKKIA SET2C

Показатели	Значения
Дальность действия	Более 5 км
СКО измерения линии	$(3+2 \cdot 10^{-6} \cdot S)$ мм
СКО измерения угла	3"
- горизонтальный круг	3"
- вертикальный круг	3"
Отсчетное устройство	Цифровое
Масса	7,4 кг

Таблица 2

Основные технические характеристики наземного лазерного сканера Riegl LMS-Z420i

Показатели	Значения
Дальность действия	1 км
СКО измерения линии	$(10+50 \cdot 10^{-6} \cdot S)$ мм
Минимальный угловой шаг сканирования	
- горизонтальный	0,0010
- вертикальный	0,0080
Угол поля зрения (гор./верт.)	360°/80°
Отсчетное устройство	Цифровое
Масса	19,5 кг

В заключение следует отметить:

- комбинированный метод топографической съемки целесообразно применять в городских условиях;
- при этом электронный тахеометр используется для съемки незастроенных или слабозастроенных территорий (пустырей, дорог, скверов и др.);
- лазерный сканер применяется для съемки застроенных территорий (сооружений, домов и др.) и для паспортизации зданий исторических частей городов;
- комбинированный метод топографической съемки города Хеврон эффективнее традиционной тахеометрической съемки в силу боль-

шей скорости сбора и объема измерительной информации о снимаемых объектах.

Литература

1. Инструкция по нивелированию I-IV классов. М.: Недра, 1990. 167 с.
2. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV, V классов. Телль-Авив, «Маац», 1991.
3. Инструкция по полигонометрии и трилатерация. М.: Недра, 1976.
4. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1000, 1:500. М.: Недра. 1973. 176с.
5. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Бейрут, «Дар Эль-нашер», 1991.
6. Кравченко О.В., Ярмоленко А.С. Работа с тахеометром 2Та-5 в автоматизированном режиме // Геодезия и картография. 2002, № 6. С.34-36.
7. Наземное лазерное сканирование. – М.: Геострой-изыскания. 2006. 23 с.
8. Основы наземной лазерно-сканирующей съемки /В.Н.Гусев, А.И.Науменко, Е.М.Волохов, В.А.Голованов; СПГГИ(ТУ). СПб, 2008. 80 с.
9. Применение геодезических засечек, их обобщенные схемы и способы машинного решения / П.И. Баран, В.И. Мицкевич, Ю.В. Полищук и др. М.: Недра, 1986. 166 с.
10. Середович А.В. Методика топографической съемки застроенных территорий с применением наземного лазерного сканирования // Изв. вузов. Горной журнал. Екатеринбург, 2004, № 6. С. 3-8.
11. Шахин Али Фуад. Создание топографического плана г. Хеврон с целью проектирования единой канализационной сети города// Труды Международной научно-практической конференции «Современные проблемы инженерной геодезии». СПб., ПГУПС, 2010. С. 186-189
12. Шахин Али Фуад. Математическое обеспечение автоматизации решения линейной засечки и уравнивания сети трилатерации. // Труды Санкт-Петербургского государственного горного института. 2011., Т. 189. С.256-259.
13. Электронные тахеометры. Обзорная информация. М., ЦНИИГА и К. 2000. 41 с.
14. High Accuracy and High Resolution 3D Imaging Sensor LMS- Z210: [Электронный ресурс]: сайт компании Riegl Laser Measurement Systems GmbH.- Режим доступа: http://www.riegl.com/terrestrial_scanners/lms-z210i/210i_all.htm.

Владимир Николаевич Гусев, д.т.н, профессор кафедры маркшейдерского дела;

Шахин Али Фуад, аспирант (Палестина) кафедры маркшейдерского дела;

Владимир Константинович Носов, аспирант кафедры маркшейдерского дела;

(Санкт – Петербургский государственный горный университет (СПГГУ), тел. (812) 328 82 59)

ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТОННЕЛЕПРОХОДСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Рассмотрены особенности ведения маркшейдерских работ при строительстве коммуникационных тоннелей современными щитовыми комплексами с использованием специального навигационного оборудования, позволяющего осуществлять проходку криволинейных участков как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, на примере одного модуля навигационной системы UNS.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коммуникационный тоннель; маркшейдерские работы; механизированный тоннелепроходческий комплекс; навигационная система.

Существование и функционирование крупного мегаполиса неразрывно связано с системой различных коммуникаций жилищно-коммунального сектора. Причем большая ее часть является трубопроводами различного назначения, расположенными под земной поверхностью.

На сегодняшний день в среднем по России физический износ коммунальных сетей водопровода составляет 70%, канализации и тепловых сетей - 72%, электрических сетей - 58%, водопроводных насосных станций - 69%, очистных сооружений водопровода - 58% и канализации - 61%.

Производство земляных работ в городе, перекрытие движения автотранспорта, железнодорожных путей и т.д. влечет за собой большие неудобства для населения и требует значительных финансовых затрат. Перед эксплуатирующими организациями остро встает вопрос об обслуживании, контроле и текущем ремонте инженерных коммуникаций. В сложившейся ситуации планово-предупредительный ремонт практически уступил место аварийно-восстановительным работам.

В условиях сложившейся плотной городской застройки и с развитием новых городских районов прокладка новых инженерных коммуникаций и реконструкция аварийных зачастую невозможна короткими прямыми отрезками.

Компания Herrenknecht AG в таких случаях использует щитовые комплексы со специальным навигационным оборудованием, позволяющим осуществлять проходку криволинейных участков как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Система получила название GNS (Gyro Navigation System). Система состоит из гирокомпаса, определяющего положение тоннелепроходческого комплекса в горизонтальной плоскости, и гидроуровня, позволяющего определить положение комплекса в вертикальной плоскости.

Маркшейдерское обеспечение строительства с использованием тоннелепроходческого оборудования, включающего навигационную систему GNS, сводится к решению ряда задач:

1. Создается маркшейдерская опорная геодезическая сеть. В качестве исходных пунктов для построения сети используются пункты государственной геодезической сети и сетей сгущения. Опорная сеть на территории строящегося объекта создается методами триангуляции 1 и 2 разрядов, нивелированием III и IV классов. Все виды создаваемых геодезических сетей на поверхности должны отвечать требованиям, предъявляемым к сетям 4-го класса, 1-го разряда и 2-го разряда. Созданная сеть должна связывать стартовый и приемный котлованы. Примерная схема геодезической сети показана на рис. 1.

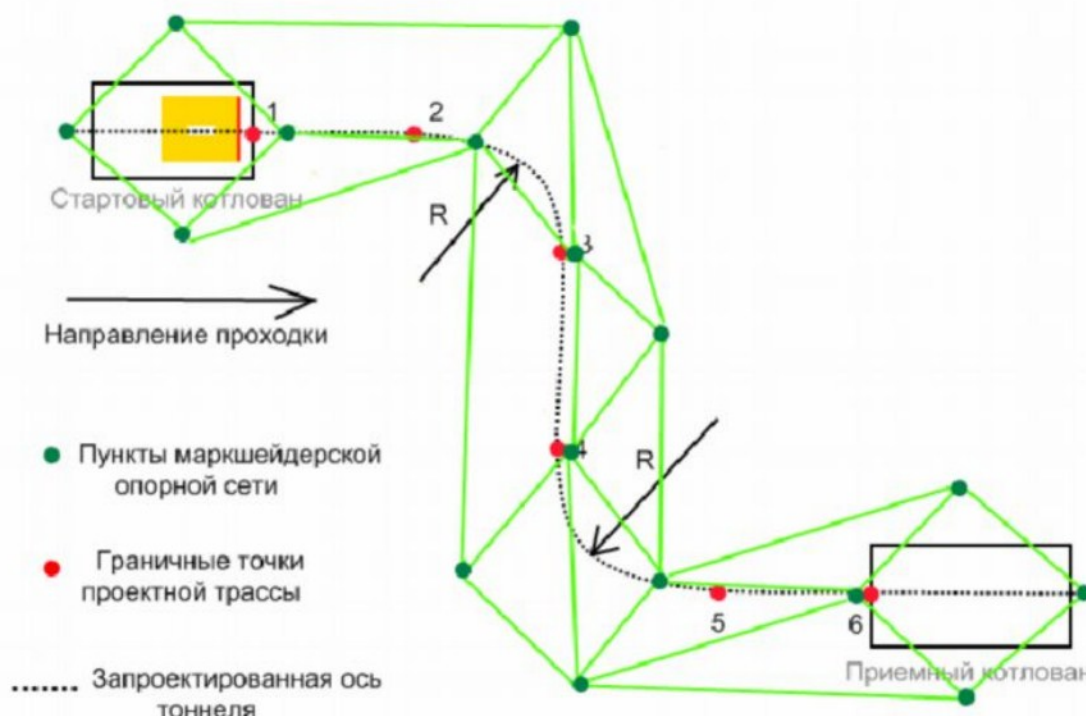


Рис. 1. Схема геодезической сети при строительстве коммуникационных тоннелей

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

2. Далее производятся разбивочные работы, обеспечивающие вынос в натуру осей и высотных отметок, предусмотренных проектом строительства. Закладываются пункты в стартовой камере, удовлетворяющие требованиям триангуляции (полигонометрии) 1-го разряда. После это следует произвести ориентирование подземной маркшейдерской основы с целью передачи дирекционного угла и координат с пунктов геодезического обоснования на поверхности

на знаки подземной основы. Особое внимание при ориентировании должно быть обращено на передачу дирекционного угла, так как влияние ошибки переданного дирекционного угла увеличивается вместе с увеличением длины подземного полигонометрического хода.

Передача координат с поверхности в котлован с помощью электронного тахеометра выполняется по следующей схеме (рис.2).

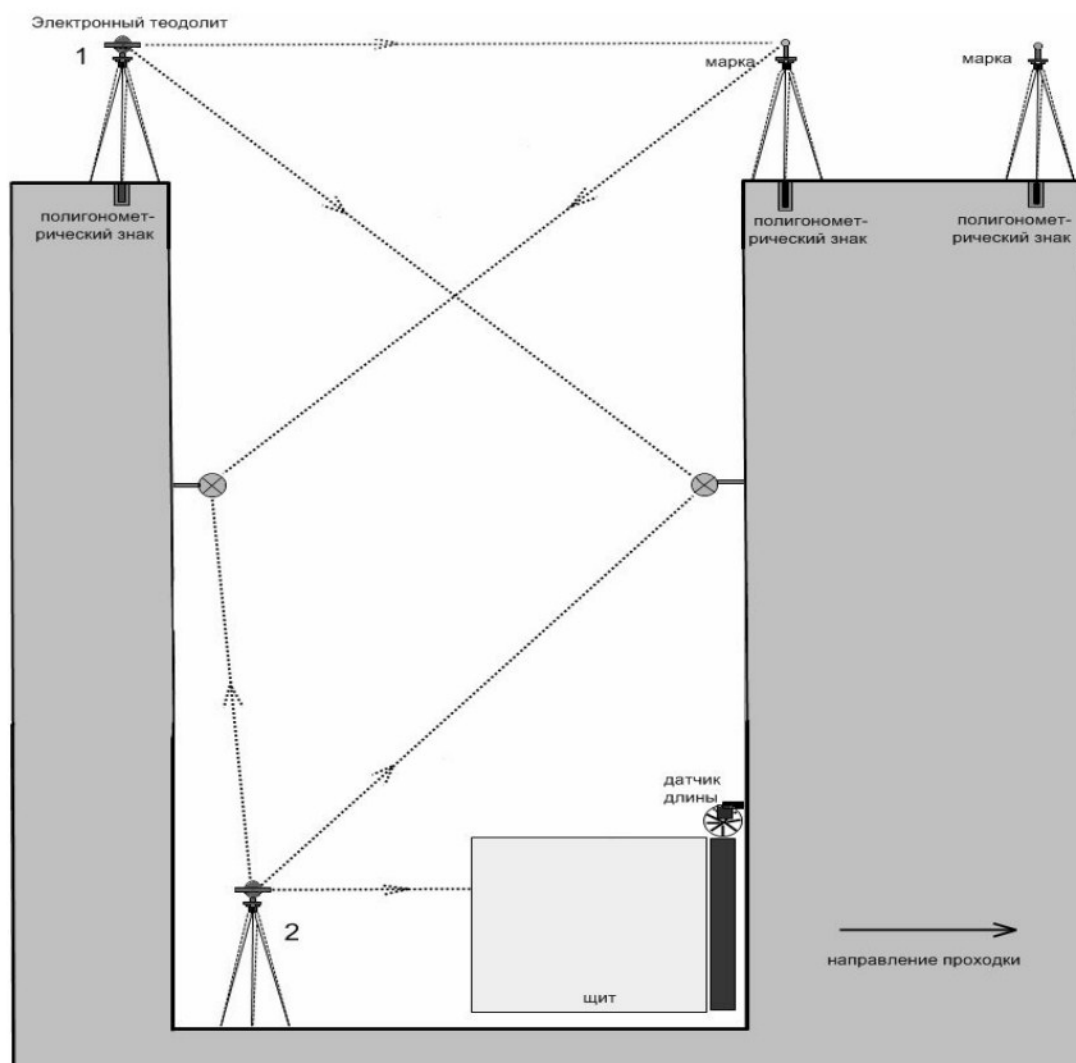


Рис. 2. Схема передачи высот с поверхности в котлован

В первую очередь, маркшейдер на строительной площадке производит закладку постоянных полигонометрических знаков в непосредственной близости от края котлована на проектной оси (вынос в натуру проектной оси), затем устанавливаются штативы над вынесенными знаками, электронный тахеометр «выставляется в створ» по проектной оси. Производится «засечка» и координируются призмы, установленные в стартовой камере. После этого электронный тахеометр переставляется в низ стартовой камеры и «засекается» от ранее закоординированных призм. Следующим этапом следует координирование ранее установленных постоянных маркшейдерских знаков в котловане. Рекомендуемое число знаков – более четырех. Закладываем знаки в стороне от опорной стены и от подвижных частей комплекса, при этом должна быть обеспечена видимость между знаками и их

сохранность. При значительной глубине стартового котлована (более семи метров) передача координат может производиться при помощи отвесов.

3. Передавая координаты в стартовый котлован, маркшейдер должен произвести определение стартового положения машины относительно проектного направления. Необходимо вычислить фактический уклон, крен и угол отклонения от проектного направления той части машины, в которой установлены гироскоп и компоненты навигационной системы.

На верхней части оболочки щита выбираются точки по оси №1 и №2 (рис.3), которые координируются электронным тахеометром. Зная координаты этих точек и координаты проектной трассы, пересчитываются отклонения оси машины от проектной трассы.

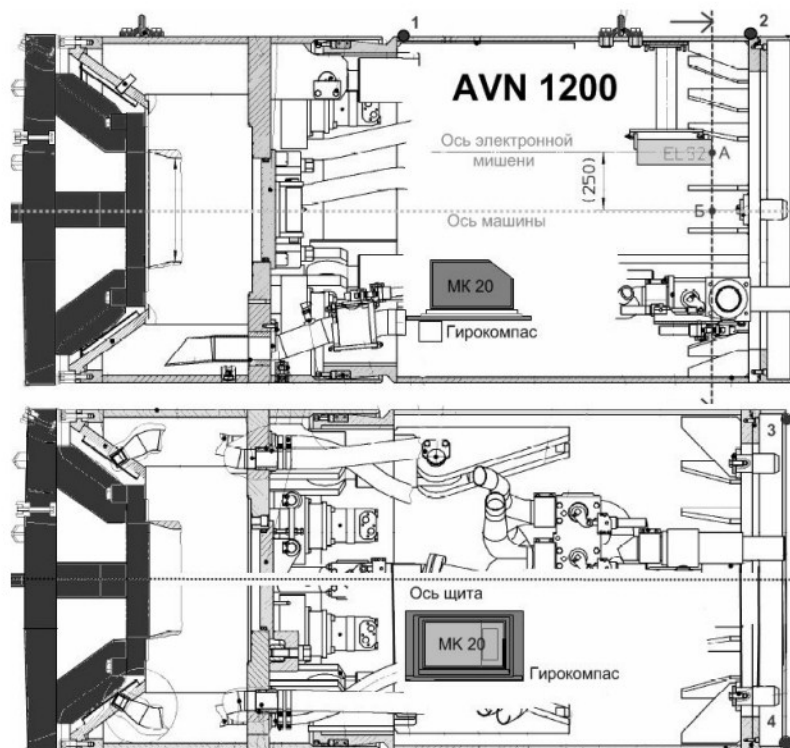


Рис. 3

С помощью нивелира определяются высотные отметки двух симметричных точек с торца щита (№3 и №4 рис.3), вычислив их превышение относительно друг друга, рассчитывается крен. Затем, нивелируя точки (№1 и №2 рис.3), вычисляется фактический уклон щита, относительно линии горизонта.

4. Следующей задачей является определение координат пунктов трассы в той же системе координат, что и опорная сеть. При необходимости трасса разбивается на сегменты – прямые и кривые участки. Маркшейдер определяет координаты X, Y, Z начальной точки сегмента и координаты X1, Y1, Z1 конечной точки сегмента, горизонтальную длину сегмента, уклон и горизонтальный или вертикальный радиус.

5. Необходимо определить стартовое положение щита: продольный уклон щита, крен, угол отклонения оси щита относительно проектного направления в плане и координаты центра щита на плоскости мишени (т.Б рис.3), широту и долготу места расположения щитового комплекса. Все эти данные вносятся в компьютер.

6. Принцип работы гидроуровня с закрепленными на концах шланга электронными датчиками измерения давления относительно атмосферного, с учетом температуры в тоннеле, заключается в следующем. Один датчик закрепляем в котловане, другой датчик в щите. Из-за невозможности закрепить датчик строго на оси щита, программе требуется задать его расположение в щите путем проведения замера относительно оси щита – горизонтальное, вертикальное отклонения и радиус (рис.4).

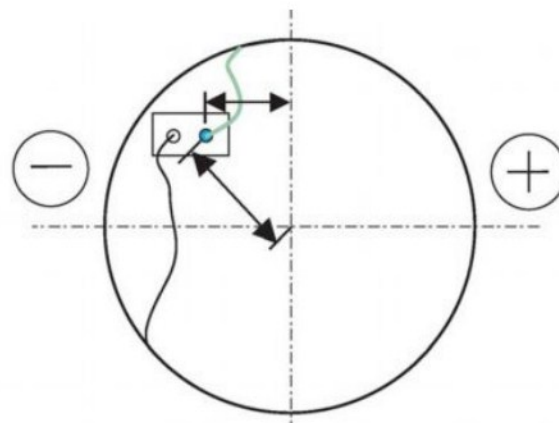


Рис. 4

Определение разности высот между датчиком, расположенным в котловане, и датчиком, расположенным в машине, основан на принципе сообщающихся сосудов. С каждого датчика система получает давление столба жидкости относительно атмосферного в барах. Расчет производится по формуле:

$$\Delta h = \frac{P_2 - P_1}{\rho * g},$$

где P_1 - давление на шахтном датчике; P_2 - давление на датчике в машине.

За точку отсчета принимается показание давления расположенного в стартовом котловане датчика. Принимая показания датчика за условный ноль, определяется высотное положение датчика, расположенного в щите, путем перерасчета показаний давления и температуры относительно стартовых значений.

Получая плановое положение с помощью гирокомпаса, высотное положение с помощью гидроуровня, продольный и поперечный уклон с инклинометра, система, имея введенную трассу (проектную ось тоннеля), пересчитывает пространственное положение щита на проектную ось, графически отображая на экране компьютера управления актуальные отклонения машины от проекта, что позволяет оператору, управляющему комплексом, строго следовать проектному направлению как в плане, так и в профиле.

Кроме этого, навигационная система с помощью специальной связи с СПС (система сбора данных и их обработки) ежесекундно получает данные о выдвижении цилиндров управления щита. Это позволяет пересчитать направления движения щита в пространстве относительно трассы на некоторое расстояние вперед, что, в свою очередь, позволяет оператору щита более точно управлять комплексом.

Данный тип навигационных систем успешно применяется во всем мире. Только в Москве и Санкт-Петербурге в период с 2007 по 2011 год, проходческие щиты, укомплектованные данной навигационной системой, прошли более пяти километров тоннелей различного назначения и диаметра.

Яна Владимировна Самохлеб, РУДН, ассистент кафедры геодезии и маркшейдерского дела, тел.(495)955-07-96

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ БОЛЬШОГО ЧЕРТЕЖА

Представлены результаты исследований по расшифровке отдельных аспектов создания Большого Чертежа - генеральной несохранившейся карты Московского региона 16 века, исходя из исторических фактов, идентичности античной и русской геодезии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Большой Чертеж; Московское государство; карта; античная и русская геодезия; античная полигонометрия; геодезические приборы и инструменты

От редакции. Редакция продолжает публикацию серии статей молодого исследователя-геодезиста Аггеева Ф.М. (автора 3-х книг и 8 статей), посвященных истории создания античной государственной геодезической сети, средневековых компасных карт – портуланов (см. №2-2011), первым шагам отечественной геодезии, имеющей Византийские корни.



Большой Чертеж - генеральная несохранившаяся карта Московского государства, гордость русской геодезии и картографии. Это один из самых загадочных документов 16 века. Большой Чертеж существовал в виде старого и нового (обновленного) варианта, однако оба варианта до нас не дошли. В наследии осталась «Книга Большому Чертежу», представляющая текстовое описание утерянной карты (рис.1).

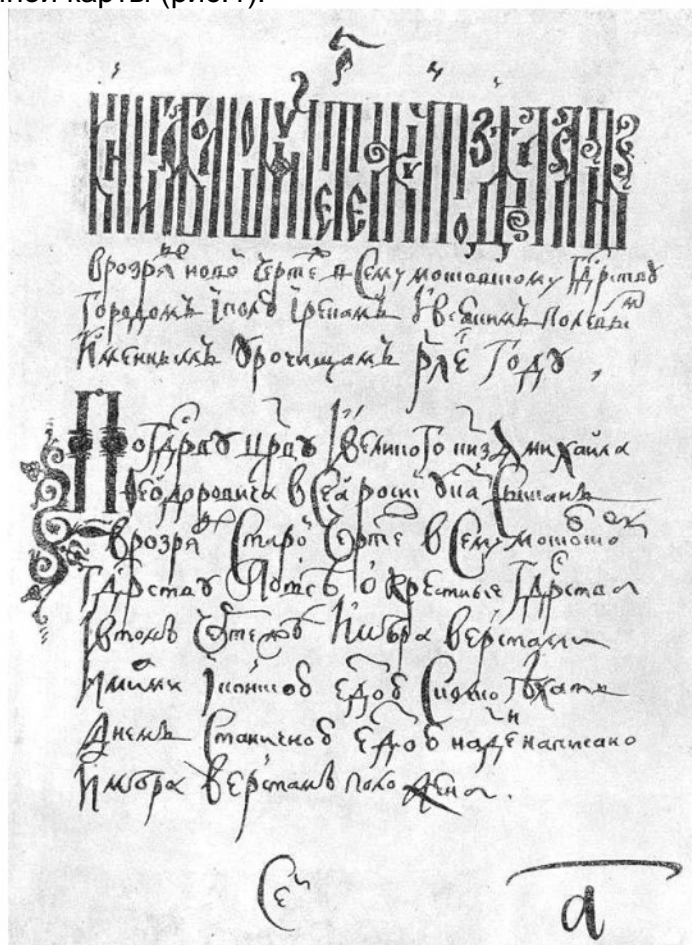


Рис.1. Первый лист Книги Большому Чертежу

Первое издание «Книги» было сделано Новиковым в 1773 г., затем последовали издания 1792, 1838, 1846 годов. Несмотря на четыре издания текст «Книги» не подвергался внимательному научному изучению. В разное время вышло несколько статей по этнографии, но на этом дело и закончилось. Не встречается каких-либо исследований в этой области и в геодезии. Связано это не только с утратой чертежей, но и с отсутствием сведений в отношении мотивов

создания Большого Чертежа, а также в отношении инструментов, методов, точностей и организации самих работ.

В настоящей статье будет сделана попытка расшифровать отдельные аспекты Большого Чертежа, исходя из исторических фактов, а также используя идентичность античной и русской геодезии.

Как всякая масштабная карта 16 века, Большой Чертеж имел разную степень проработанности. Участки обжитых и центральных районов имели лучшую наполненность содержания и лучшую точность по сравнению с участками удаленных окраин. Для центральных районов автором было проведено дешифрирование указанных в «Книге Большому Чертежу» расстояний и сравнение их с современной картой (Аггеев Ф.М. Меры и числа в истории геодезии. М., 2009, с.258-262). Вычисленная погрешность дальности составила 9,6%. Столь малая для XVI века величина указывала на инструментальный характер измерений, поскольку точность глазомерных съемок определяется обычно значением в 35-40%. Следует заметить, что расстояния, указанные в «Книге Большому Чертежу», соответствуют не извилистым изгибам, а, что называется, расстояниям «по птичке». Погрешность 9,6% не вяжется также с возможностями официально известной геодезии допетровского времени, но, однако, вполне согласуется с точностью античных методов, описанных Альберта Батистой. Точность оказалась выше даже тех допусков, по которым работали первые геодезисты Навигацкой школы.

Попытки найти объяснение неизбежно приводили к Византийскому следу. Русь, не имея геодезического опыта и подготовленных кадров, могла создавать точные карты единственно благодаря кураторству и участию Византии. Византия обогатила культуру Руси письменностью, христианством, новыми именами и традициями, каменным зодчеством, храмовыми постройками. В области геодезии и картографии Византия возложила на себя великую миссию сохранения античного наследия. В Византии существовали государственные школы по подготовке геодезистов, где преподавали труды Герона и Витрувия и где обучали практике измерений. Для Руси зона греко-византийского влияния находилась совсем рядом. Это Балканы, Причерноморье, Крым. С Византией связана «Тьмутараканья сажень», строительство Софийского собора, проникновение на Русь «Шестоднева» и «Христианской топографии».

В 1472 г. Софья Палеолог, - племянница последнего византийского императора, ставшая второй женой русского царя Ивана III, выехала из Флоренции в Москву со свитой мастеров, отобранных для строительства Московского кремля и благоустройства Руси. Караван Софьи Палеолог состоял из 70 подвод, наполненных книгами из византийской царской библиотеки. Здесь были десятки тысяч томов на греческом, латинском и еврейском языках, полученных от константинопольского патриарха. Софья прекрасно сознавала ценность своего приданого. Можно с большой долей уверенности утверждать, что среди привезенной библиотеки были труды по архитектуре и геодезии, ровно как утверждать и то, что среди сопровождающих мастеров были люди, владеющие приборами и методами измерений. Методы эти сохраняли античную консервативность и подтверждали сложившееся в Византии убеждение, что греки сделали все возможное для совершенства геодезии. Византийская геодезия – есть греческая как по своей природе, так и по своим возможностям. Венцом античной геодезии была полигонометрия.

Мысль о существовании античной полигонометрии, доказанная благодаря трудам Альберти Леона Батиста и озвученная автором впервые в «Мерах и числах», осталась практически незамеченной. Дальнейшее исследование в этой области привело к открытию Римской полигонометрии государственного уровня - полигонометрии, создаваемой методами инженерной геодезии за период широчайшего строительства дорог, продолжавшегося в течение шести веков. Полученные на основе полигонометрии карты стали первоисточником и одновременно оригиналом для средневековых портуланов, объяснив еще одну загадку истории. Античная полигонометрия развивалась вытянутыми ходами по принципу агглютинации. Она в качестве первичного действия предшествовала строительству дорог и включала изыскания, трассирование, измерение углов и расстояний. Одной из характерных особенностей ходов и дорог была их исключительная прямолинейность: известно, что отдельные прямолинейные участки достигали двухсот и более километров. Дороги строились как кратчайшее расстояние между городами и предназначались для скорейшей переброски войск и осадных орудий к театру военных действий. Это были кровеносные артерии армии, позволявшие покорять, оборонять и подчинять себе огромные территории. Дороги иногда начинали строить не только после покорения стран, но даже в процессе завоеваний, как было, например, в Галлии во время походов Юлия Цезаря. Благодаря стратегическому значению карты на основе полигонометрии обладали строжайшей секретностью. Их точность составляла 30-40 км. Это как минимум в пять-шесть раз точнее карт Птолемея. Исследования автора показали, что в тех же пределах находилась и точность средневековых портуланов, что подтверждало их заимствованный характер. Если обратиться к Большому Чертежу, то точность в обжитой зоне Большого Чертежа при сравнении указанных в описа-

нии объектов с современной картой также оказывается не только сопоставимой, но и весьма близкой. Подобная адекватность точностей говорит о близости геодезического почерка и заставляет не только более пристально взглянуть на античную геодезию, но и сделать попытки поиска идентичности в отношении мотивов и технологии создания точных карт. Экскурс в историю подтверждает обоснованность подобного подхода.

Римская империя достигла своего расцвета в период правления Траяна (98-117г н.э.), который покорил Дакию, присоединил Армению и Месопотамию. После Траяна победоносное продвижение римлян было приостановлено. К этому времени усилились восстания, нависла угроза вторжения варваров. Функции дорог и границ, игравших огромную роль в период завоевания, еще больше возросли.

Прежде всего, важнейшими стали границы по Рейну и Дунаю. Рим не сумел покорить германские племена, германцы в свою очередь были не способны перейти от обороны к наступлению. Эти племена отличались агрессивностью, закаленной в постоянных стычках и войнах. Одеждой воинов были шкуры зверей, но летом, чтобы не стеснять движений, воины ходили нагими, нагими бросались и в бой. Оружием служили каменные топоры, копья и дротики. Перед боем германцы приносили человеческие жертвы, мазали лица кровью и пили сок мухомора, отчего впадали в ярость и наводили на врагов ужас.

Римские пограничные укрепления (рис.2), получившие название линий, состояли из земляных валов со рвами впереди либо из сравнительно невысоких каменных стен. Иногда в стены вставляли стволы деревьев. Вдоль линии, на расстоянии 500м друг от друга, находились сторожевые вышки или башни, с которых в случае обнаружения врага подавались дымовые или световые сигналы. Вдоль линии, но уже на расстоянии 15 км друг от друга располагались каменные (или земляные) укрепления - кастеллы. Они имели размер 150х160 м и служили для гарнизона численностью в 100-200 человек. В глубине обороны на удалении от линии на 4-8 км, располагались кастеллы большего размера – уже на 400-600 воинов. Еще дальше вглубь размещались укрупненные лагерь основных сил. На случай прорыва неприятеля все ближайшие города обносились каменной стеной с башнями. Система дорог, шедших как вдоль, так и из глубины, связывала эти укрепления между собой и давала возможность быстро перебрасывать войска на любой участок границы. Впереди линии, на один переход, т.е. на 20-25 км, римляне сносили все поселения, что облегчало возможность своевременного обнаружения врага. Общая глубина обороны достигала 30-60 км. Система не предусматривала сплошной обороны, но была удобной для быстрого реагирования на любое вторжение. При сигнале тревоги из укреплений немедленно выходили отряды для перехвата. Главным было прижать неприятеля к стене, которая мешала отступать и перемещаться повозкам и коннице.



Наиболее протяженные оборонительные сооружения получили названия валов. Так, Адрианов вал - представлял каменную стену высотой около 5 м и протяженностью в 120 км. Система его обороны включала 80 фортов и 160 башен. К югу от Бонна начиналась другая стена и ров, протяженностью уже в 450 км. Общая длина оборонительных стен и рвов от Северного моря вдоль Рейна и Дуная до Черного моря составляла 800-1000 км. На линии валов римляне держали для защиты 70 тыс.чел.

А как было у нас, на Руси? Нет ли здесь прямой аналогии, и не сказалась ли эта аналогия на создании Большого Чертежа? Для ответа снова заглянем в историю.

Начиная с конца 15 столетия происходит активное расширение Московского государства, т.е. процесс, напоминающий расширение Римской империи. После восшествия на престол Ивана III следует одно за другим: присоединение Ярославских земель (1463), Пермских (1472), Новгородских земель (1478), Тверского княжества (1482), республики Вятки (1489). Далее, уже при Василии III, в состав Московского княжества входит республика Псков (1510), Смоленск (1514), Рязань (1521). В целом за время правления Ивана III и Василия III площадь Московского государства увеличилась в шесть раз. Начинается строительство изнутри: отстраивается Грановитая палата, появляются новые стены Кремля, колокольня Ивана Великого... В 1553 г. после плавания Ричарда Ченслера завязываются торговые отношения с Англией и образуется «Московская компания». Постепенно устанавливаются связи с Голландией, Данией, Болгарией, Австрией, Германией. Повышенный интерес к иностранцам наследуется Борисом Годуновым. Иностранным послам разъясняют, что торговать на Руси не только можно по своей воле, но и что «всем добро будет». Зимой специально для жительства приезжих иностранцев сооружалось до 2000 домов.

дарства оставалась закрытой. В отличие от Рима Русь не имела ни сотен тысяч рабов, ни мощной армии, ни обученных геодезистов, поэтому политика свелась не к строительству, а к спрямлению существующих дорог. Но спрямление без геодезии также невозможно, как и строительство, поскольку предполагает те же процессы измерений, т.е. изыскание, трассировку и проложение ходов, притом все - не в глазомерном, а в инструментальном варианте.

Второй причиной создания точной стратегической карты Московского государства, также идентичной причинам создания античных карт, стало строительство пограничных укреплений для защиты от набегов крымских татар.

Татары выезжали ежегодно по весне, приближившись к русским границам на расстояние 3-4 миль, делали остановку, где делили свое войско на три отряда, из которых формировался центр, а также правый и левый фланги. В таком порядке вступали внутрь страны. Каждое крыло, состоящее из 8-10 тыс. чел., в свою очередь разделялось на 10-12 отрядов, которые разбегались в разные стороны, окружая и нападая на деревни. Исход нападения решала внезапность. Пощады не было, убивали всех, кто оказывал сопротивление, дома сжигали. Оставшихся в живых вместе со скотом уводили в плен. Сколько увели в плен – никто не считал. Но известно, что персидский шах Аббас I, принимая послов из Московии, удивлялся, что в русском государстве еще осталось какое-то население. Существует и другие свидетельства. Центром работорговли была Кафа (Феодосия). Пленных привязывали друг к другу за шею и выводили на аукцион большими партиями. Красивых девушек и юношей продавали не сразу, а в начале откармливали и «наводили товарность». Девушек одевали в шелка, белили и румянили, - хорошие русские рабы всегда стоили дорого. Стариков и больных отдавали за бесценок. Их использовали для различных

военных опытов в качестве живых мишеней, бросая на меткость камни и выпуская стрелы. Число пленных было невероятно большим и достигало иногда сотен тысяч.

С целью защитить Русь от набегов с юга в период с 1521 по 1566 гг., то есть в те же годы, когда начались и продолжались работы по созданию Большого Чертежа, Московское государство осуществило грандиозное по масштабам того времени военно-инженерное сооружение – Большую засечную черту, протянувшуюся от Мещерских до Брянских лесов на расстояние 500 верст (рис.3). Пограничная укрепленная линия состояла на открытых местах из земляного вала высотой около 2 сажень и обычно со рвом в 2-3 сажени шириной и 1-2 сажени глубиной. В лесах линию образовывали засеки. Засечные линии состояли из лесных завалов шириной до 30 и более сажень (около 50 м). В некоторых местах делали два и даже три ряда засек. При устройстве завалов деревья не валили напрочь, а только подрубали на высоте человеческого роста и валили так, чтобы они падали навстречу друг на друга или крест - накрест. В состав засеки входили естественные преграды: болота, реки, озера, овраги, непролазные чащобы, а там, где необходимо, рыли рвы, устраивали ямы-ловушки и иные воинские хитрости. В тех немногих местах, где засечную черту пересекали дороги, из векового дубового леса рубили остроги и ставили башни. Перед острогами вбивали в землю ряды заостренных бревен-частоколов. Для маскировки и затруднения доступа засечная линия устраивалась не на самой опушке, а на некотором удалении от нее вглубь леса. Позади засечной линии, вдоль нее и при подходе к ней, строили дороги. Вдоль линии, а также на некотором расстоянии в глубине, возводили дополнительные укрепления. Впереди пограничной линии, на путях наиболее частого вторжения татар, при Борисе Годунове были построены города: Курск, Белгород, Ливны, Елец, Оскол, Валуйки, Воронеж и ряд других.

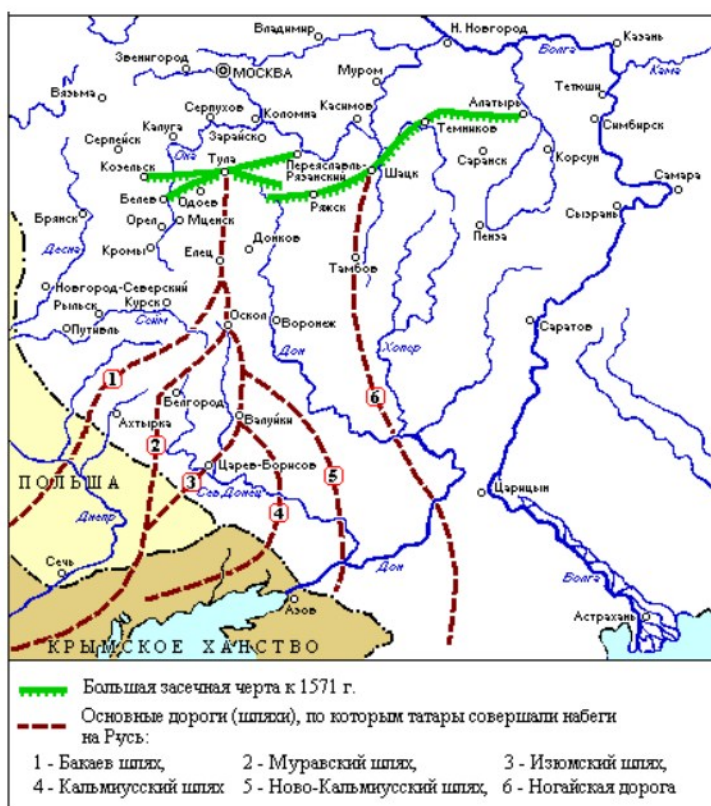


Рис.3. Большая засечная черта

Краткий обзор исторических событий показывает, что создание Большого Чертежа диктовалось соображениями точно такими же, что и для стратегических античных карт, то есть соображениями внешней политики и обороны государства, и проявилось в геодезическом обеспечении (проложении ходов и картировании) при строительстве и спрямлении дорог, а также в строительстве новых городов и военных укреплений. Поскольку руководящая роль в создании Большого Чертежа принадлежала прибывшим мастерам греко-византийской школы, возможно определить приборы и методы геодезического обеспечения. В первой половине 16 века это, скорее всего, были приборы (рис. 4; 5), описанные Альберти Батистой в книге «Десять книг о зодчестве». Постепенно к ним могли подключаться новые для 16 века приборы и инструменты. После 1560-х годов в Россию проникает буссоль и мензула. Первые мензулы устанавливались на табурете или на врытом в землю бревне (рис.6). Столик выравнивался по уровню поставленной на него емкости с водой. Появившийся в XIII веке градшток вплоть до начала XVII века применялся почти исключительно в морских работах и потому его использование в создании Большого Чертежа надо исключить. Первые сведения о теодолите были даны Диггесом в 1550-1556 гг. Теодолиты были с большими деревянными кругами. Их частичное применение в конце XVI вполне допустимо. В 1579 г. изобретен штатив типа треноги. В большом ходу были большие круги с линейками (типа тахеографа), которые использовались для определения дальностей.



Рис.4. Прохождение препятствий при трассировании (по Альберта Батиста)

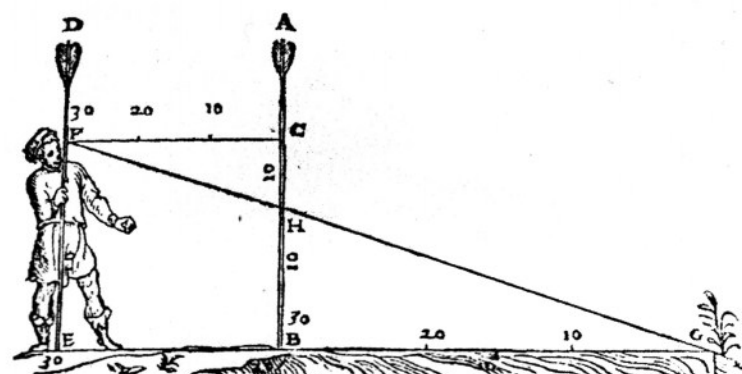


Рис.5. Один из способов определения дальности (по Альберта Батиста)

ГЕОДЕЗИЯ, МАРКШЕЙДЕРИЯ, ГИС

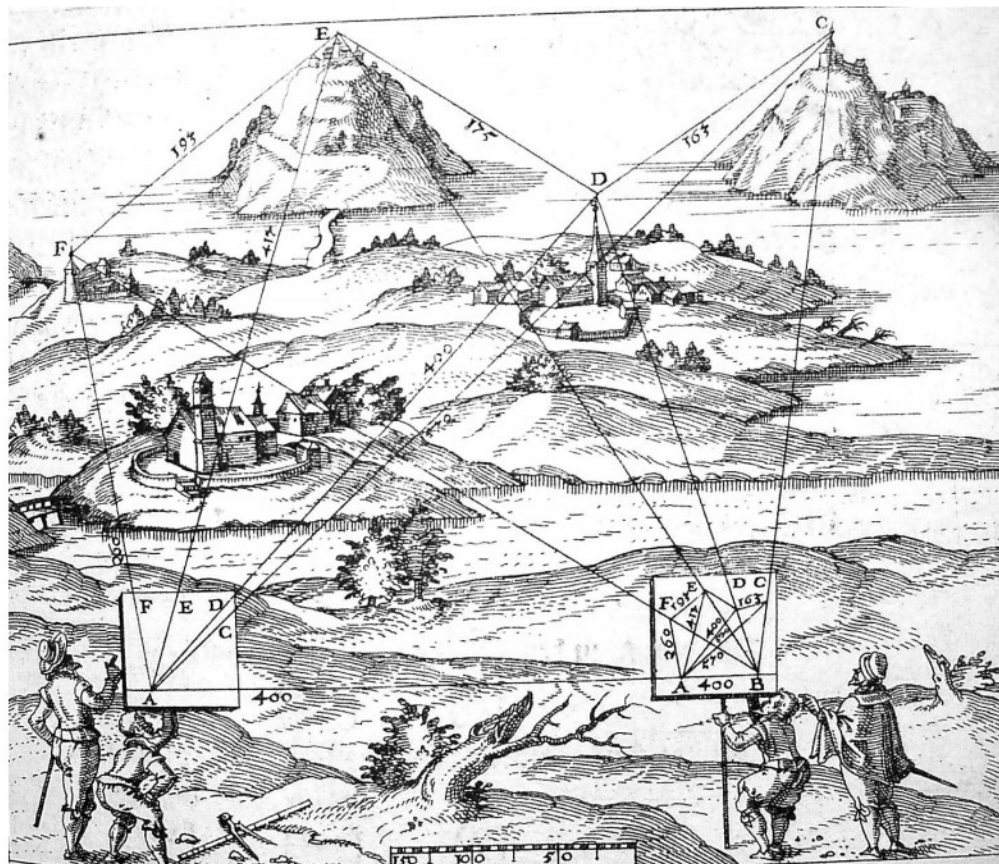


Рис.6. Мензула до изобретения штатива, 16век (по Л.Зублеру)

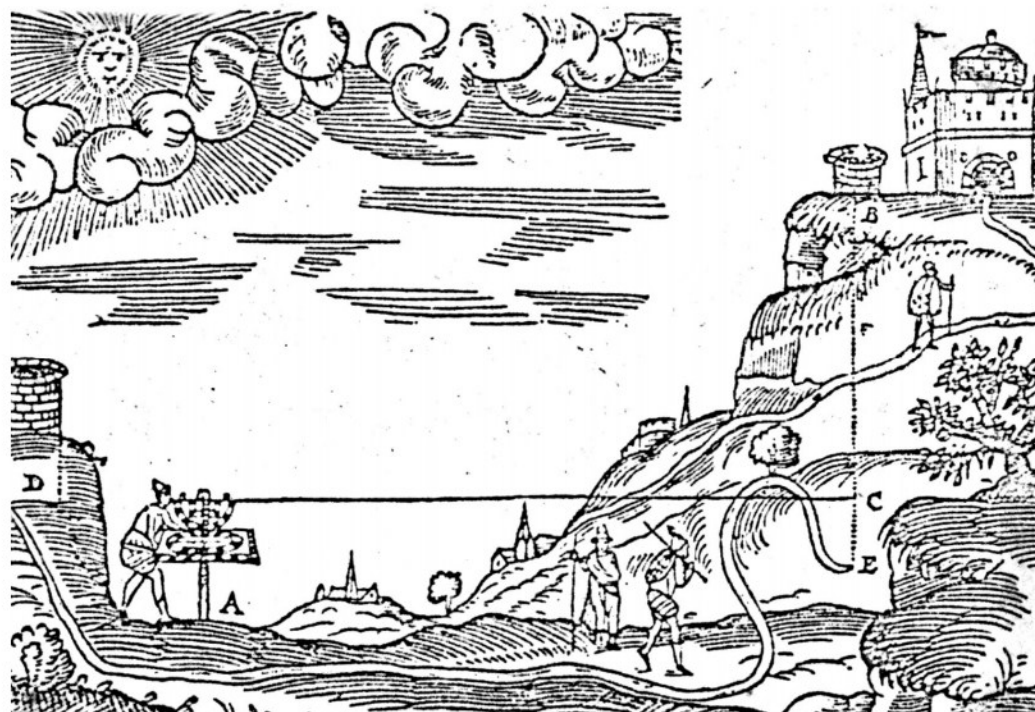


Рис.7. Первые теодолиты (по Диггесу)

Большой Чертеж – одна из последних точных карт, созданных на пороге открытия оптики, это – своего рода последний из могикан греческой и византийской геодезии.

Литература

1. Аггеев Ф.М. Меры и числа в истории геодезии. М., 2009.
2. Аггеев Ф.М. Рефераты по истории геодезии. М., 2006.
3. Багров Л. История картографии. М., 2004.
4. Батиста А.Л. Десять книг о зодчестве. М., 1951.

5. Потапов В. Картография и навигация. М., 2006.
6. Сербина К.Н. Книга Большому Чертежу. М., 1950.
7. Diggest S.L. A geometrical practice, named pantometria. London, 1571.
8. Hagen V. The roads that led to Rome. Cleveland, New York, 1967.
9. Zubler L. Work on geometric instruments. London, 1607.
10. Smith D. History of mathematics. New-York, 1951.
11. Smith D. Plane geometry. Boston, 1913.

Федор Михайлович Аггеев, соискатель МИИГАуК,
дипломант Всероссийского конкурса молодых ученых 2003 г.,
тел.(495) 361-5432, 8-926-165-44-73

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКИ ГРЕМЯЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Предложена методика выбора оптимальных параметров систем разработки, обеспечивающих безопасную отработку Гремячинского месторождения

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: классификация систем разработки; безопасное ведение горных работ; управление горным давлением; междукамерные целики.

Гремячинское месторождение калийных солей расположено в пределах Котельниковского района Волгоградской области, в 170 км к юго-западу от г.Волгограда и в 20 км к северо-востоку от районного центра г.Котельниково. Площадь лицензионного участка составляет 96,9 км², предельные размеры участка составляют по широте 11,3 км, по долготе - 14,9 км.

Гремячинское месторождение калийных солей относится к пластовым пологозалегающим месторождениям.

В пределах лицензионного участка отработке подлжит калийный пласт мощностью от 1,5 м (минимальная кондиционная вынимаемая мощность) до 17,5 м.

В геологическом строении района принимают участие отложения от пермских до четвертичных (рис.1).

В пермской системе в кунгурском ярусе залегают каменные и калийные соли. В настоящее время к промышленным отнесён один пласт, сложенный сильвинитовыми породами.

Глубина залегания промышленного пласта изменяется от 1000 до 1300 метров.

В покрывающей толще пород выделен ряд водоносных горизонтов и комплексов.

Породы, залегающие между нижним водоносным горизонтом и кровлей промышленного пласта, составляют так называемую водозащитную толщу (ВЗТ). Мощность ВЗТ в пределах лицензионного участка изменяется от 0 до 320 метров.

В 2009-2010 гг. был выполнен анализ последних данных геологической разведки, на основе которых построены планы изомощностей промышленного пласта, водозащитной толщи и глубины залегания промышленного пласта (рис. 2-4).

В настоящее время наиболее мощной калийной промышленностью обладают Канада, Россия, США, Германия, Белоруссия. Основным способом добычи калийных руд является шахтный способ (~80% мирового производства хлористого калия). Второе по значению калийное удобрение (сульфат калия) более 90 % производится из руды, добытой шахтным способом.

Условия залегания калийных месторождений весьма разнообразны, поэтому перед началом их разработки необходимо тщательное изучение характера месторождений для выяснения трудностей, которые могут встретиться при их освоении. Трудности могут встретиться вследствие возможности проникновения воды и рассолов в рудник, сильной нарушенности пластов, неустойчивости некоторых пород, горного давления, особенно при большой глубине разработки, газоносности месторождения.

При разработке калийных месторождений необходимо, прежде всего, учитывать растворимость солей в пресной воде, вследствие чего иногда возникает опасность катастрофического обводнения выработки. Вода, проникая через трещины, карсты или другие нарушения в покровных соляных породах, размывает их. Это приводит к появлению в руднике быстро прогрессирующих притоков, в результате чего происходит его затопление, сопровождающееся обрушением покровных пород и огромными разрушениями на поверхности [1].

Все калийные месторождения можно разделить по горнотехническим признакам на четыре обособленные группы, каждой из которых соответствует применение определенного способа разработки.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Мощность	Характеристика пород
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	Плиоцен		Q _{iv}	67	Суглинки, пески, глины
			Q ₀		
			N _{er}	15-48	Ергенинская свита. Элювиальные красноцветные глины
				0-59	Ергенинская свита. Пески
ПАЛЕОГЕНОВАЯ	Палеоген		P _{kv}	0-119	Киевская свита. Глины, мергели
			P _{1-P}	45-100	Пески с прослоями алевроитов, глин, реже песчаников (нерасчлененные отл.)
			P _{sz}	30-52	Сызранская свита. Алевроиты, пески, глины, песчаники
МЕЛОВАЯ	Верхний		K _{2m}	15-63	Глины
			K _{2km}	54-69	Глины, пески, алевроиты, опоки, алевролиты
			K _{2st}	18-65	Глины с прослоями опок и мергелей
			K _{1+k}	7-41	Мел писчий, мергель (нерасчлененные отл.)
			K _{2s}	16-66	Пески с прослоями песчаников
ТРИАСОВАЯ	Нижний		K _{1al}	0-40	Пески, алевроиты
			K _a	79	Глины с прослоями алевроитов и песчаников
ПЕРМСКАЯ	Верхний		T _{1bs}	0-185	Баскунчакская серия. Глины, песчаники, алевролиты, мергели, известняки
			T _{1v}	0-190	Ветлужская серия. Гравелиты, песчаники, алевролиты, мергели, глины, алевроиты
	Нижний		P _{2t}	41-276	Глины, гравелиты, песчаники, алевролиты, мергели
			P _{1k}	185-367	Каменная соль, ангидриты, доломиты, ангидрит-доломиты, калийные соли
			P _{1s+} P _{1ar}	23-187	Ангидрит-доломиты с прослоями ангидритов и доломитов
			P _{1a}	0-198	Известняки, аргиллиты, доломиты

Рис.1. Сводная стратиграфическая колонка района Гремячинского месторождения








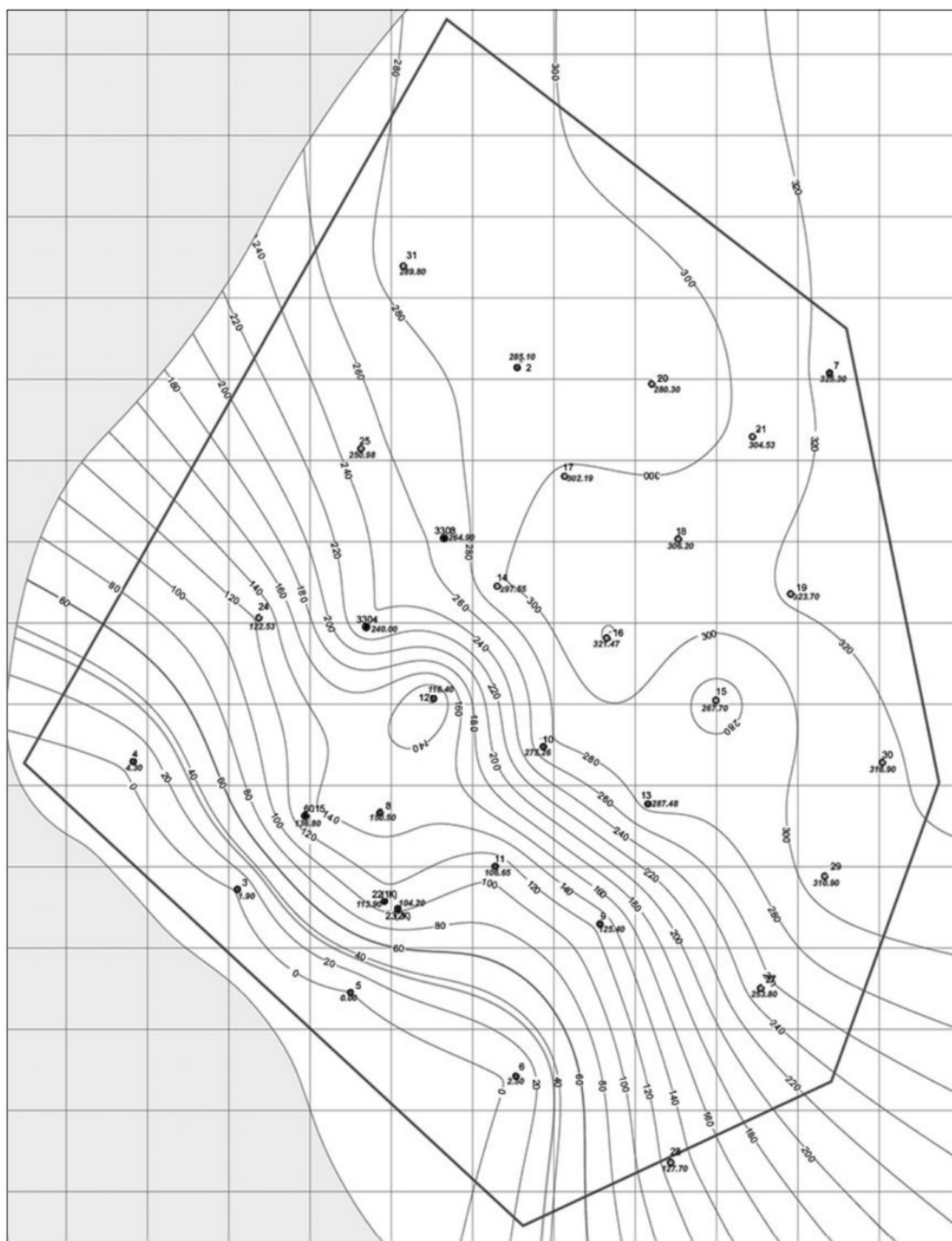
- | | | | |
|---|---|---|---|
|  | Граница лицензионного участка |  | Изолинии мощности первого сильвинитового пласта, м |
|  | Поисковые и разведочные скважины: |  | Значения мощности первого сильвинитового пласта по скважинам, м |
| ● ⁵ | использованные в подсчете утвержденных запасов | | |
| ○ ²⁷ | II очереди разведки | | |
| ● ²² | контрольно-стволовые скважины | | |
| | Глубокие структурные скважины, вскрывшие калийные соли (по данным каротажа) | | |
| ● ³³⁰¹ | вскрывшие калийные соли (по данным каротажа) | | |
|  | Зона отсутствия первого сильвинитового пласта | | |

Рис.2. Изолинии мощности первого сильвинитового пласта

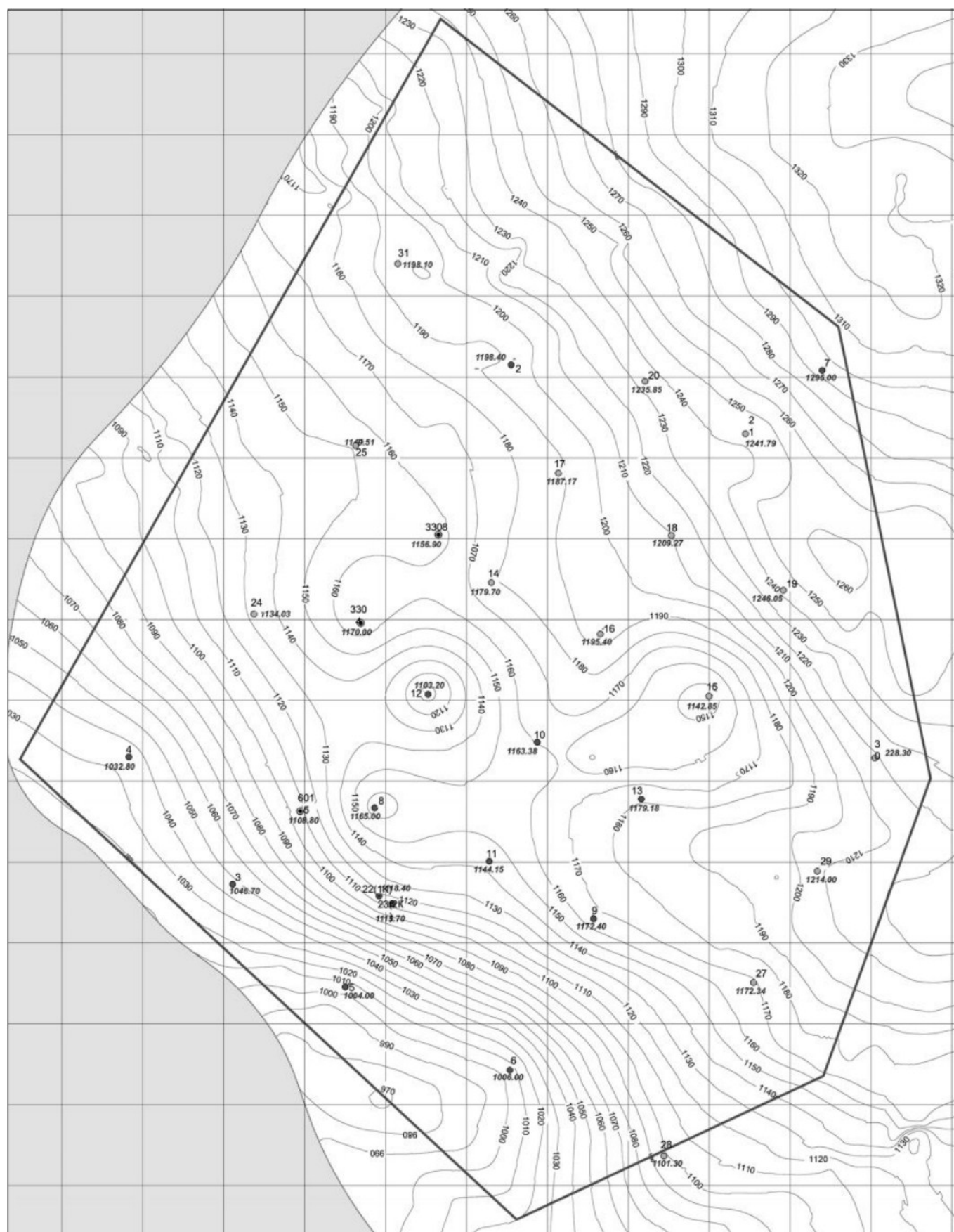


Условные обозначения:

- | | |
|--|------------------------------------|
| Граница лицензионного участка | Изолинии мощности ВЗТ |
| Поисковые и разведочные скважины: | Значения мощности ВЗТ по скважинам |
| II очереди разведки | Изолинии минимальной мощности ВЗТ |
| Глубокие структурные скважины, вскрывшие калийные соли | Изолинии минимальной мощности ВЗТ |
| вскрывшие калийные соли (по данным каротажа) | для забалансовых запасов |
| Зона отсутствия первого сильвинитового пласта | |

Рис.3. Изолинии мощности водозащитной толщи

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ



Условные обозначения:

- | | |
|---|--|
| Граница лицензионного участка | — 1010 — Изолинии глубины залегания первого сальвинитового пласта, м |
| Поисковые и разведочные скважины: | 10040 Значения глубины залегания первого сальвинитового пласта по скважинам, м |
| ● 5 использованные в подсчете утвержденных запасов | |
| ○ 27 II очереди разведки | |
| ● 22 контрольно-стволовые скважины | |
| Глубокие структурные скважины, вскрывшие калийные соли (по данным каротажа) | |
| ● 3301 вскрывшие калийные соли (по данным каротажа) | |
| Зона отсутствия первого сальвинитового пласта | |

Рис.4. Изолинии глубины залегания первого сальвинитового пласта

Месторождения первой группы представлены горизонтальными или пологими пластами, с относительно небольшими тектоническими нарушениями в виде местной складчатости, отдельных поднятий пласта и т.п. Непосредственной кровлей пласта являются прочные прослои каменной соли. В кровле соляных отложений расположен пласт молодой, так называемой, покровной каменной соли, защищающий продуктивную толщу от проникновения в неё рассолов и пресных вод из вышерасположенных водоносных горизонтов. Контакт соляных отложений с покровными породами, как правило, сильно обводнен, причём контактные рассолы и воды верхних горизонтов обычно связаны между собой (Верхнекамское месторождение).

Месторождения второй группы по характеру залегания приближаются к первой, но отличаются более благоприятными геологическими и гидрогеологическими условиями. Характерной особенностью их является наличие в кровле соляных отложений мощных слоев (100-200 м) молодой каменной соли и соляной глины, налегающих непосредственно на калийные пласты. Вышележащие породы - пёстрые песчаники, известняки, часто не содержат водоносных горизонтов; на контакте соляных отложений водоносный горизонт также отсутствует (область Вера, западные районы Южного Гарца и др.).

Месторождения третьей группы представлены горизонтальными или наклонными пластами, залегающими в описанных выше условиях, характерных для Эльзасских, Старобинского, Калушского и других месторождений.

Месторождения четвертой группы наиболее многочисленны и представлены купольными или подобными структурами, сводовая часть которых, как правило, размыта и превращена в «гипсовую или каинитовую шляпу». Доступ воды к калийным пластам в подобного рода структурах облегчен и может происходить как через «гипсовую шляпу», так и по наклонным или крутопадающим глинистым прослойкам, а также трещинам и карстовым образованиям. К этой группе относятся большая часть месторождений Стассфуртского и Ганноверского участков.

Деление месторождений на группы по горнотехническому признаку облегчает решение вопроса о способе их разработки.

Глубокое залегание калийных месторождений обуславливает преимущественно их подземную разработку. В зависимости от характера месторождения и условий его залегания разработка их должна производиться по-разному.

Месторождения первой группы разрабатывают с применением жёсткого поддержания кровли выработок и с оставлением прочных опорных целиков (камерная или галерейная системы), не допускающих сдвигения покровных пород. Несоблюдение этого может привести к опасным прогибам защитных слоев горных пород (покровной каменной соли), к образованию в них трещин разлома и проникновению через последние в выработки контактных рассолов.

В месторождениях второй группы при мощной толще водонепроницаемых вмещающих и покровных пород допустимо некоторое опускание кровли (плавная осадка). В этом случае оставление междукамерных целиков может носить временный характер, так как при благоприятных условиях возможна частичная их выемка.

Для месторождений третьей группы возможна разработка с обрушением кровли без оставления целиков в выработанном пространстве и без закладки последнего.

Месторождения купольного типа могут разрабатываться различными способами. На крутых пластах возможно применение систем, характерных для разработки рудных месторождений (потолкоуступной, слоевой и т.п.).

В некоторых случаях возможен и открытый способ разработки.

В основу классификации систем разработки калийных месторождений положен способ поддержания кровли. На этом основании Шпакелер разделяет все системы разработки на три основных класса [2]:

- системы разработки с жёстким поддержанием кровли;
- системы разработки с временным или частичным поддержанием и плавной посадкой кровли;
- системы разработки с обрушением кровли.

Для выбора системы разработки лицензионного участка Гремячинского месторождения рассмотрим преимущества и недостатки применяемых способов систем разработки на калийных месторождениях [3].

Камерная система разработки применительно к калийным (соляным) месторождениям имеет широкое применение, что объясняется следующими её значительными достоинствами:

- экономичность системы (если не считать потери полезного ископаемого в междукамерных целиках) обуславливается: незначительным объемом подготовительных работ; возможностью применения широкой механизации, следствием чего на калийных рудниках является сравнительно высокая производительность труда; способом отбойки соли (выемка обрушением потолочины);

- высокая производительность системы обеспечивается: большим объемом выработок (камер), что создает удобства в работе; большой эффективностью отбойки, особенно при обрушении потолочины; возможностью развития работ на широком фронте; устойчивостью выработок (отсутствие крепления); несложностью подготовки и возможностью проведения подготовительных выработок по ископаемой соли; возможностью применения разнообразных, высокопроизводительных и крупногабаритных машин;

- безопасность работ. Горные работы при этой системе, несмотря на большую высоту камер (8-10 м), ведут таким образом, что кровля выработки почти всегда остаётся доступной для наблюдения и обработки. Общая устойчивость выработок за длительный период эксплуатации соляных месторож-

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

дений практически разрешена. Обычно при средних глубинах разработки (200-300 м) предохранительные междуканальные целики рассчитываются с 2-3-кратным запасом прочности, чем обеспечивается надёжная устойчивость выработок на длительный срок службы. В глубоких рудниках необходимая устойчивость междуканальных целиков достигается их соответствующими размерами, а также закладкой.

Основной недостаток камерной системы разработки - большие потери ископаемых солей. Так, потери полезного ископаемого, зависящие только от системы разработки, составляют 45-50%, а вместе с эксплуатационными потерями они возрастают до 53-55%. Если учесть потери в общешахтных, панельных целиках и в целиках, оставленных в местах нарушений, то они возрастают до 60%.

Исходя из вышеизложенного и учитывая то, что горно-геологические условия залегания калийных пластов в Саскачеване и на Гремячинском месторождении очень близки по таким характеристикам как: глубина залегания, характеристики пород промышленного пласта и вмещающих пород, близость водоносных горизонтов и т.д. однозначно может быть рекомендована камерная система разработки, которая также нашла широкое применение при отработке Старобинского месторождения калийных солей в Белоруссии, промышленные пласты на котором также залегают на больших глубинах.

Как отмечалось ранее, горно-геологические условия залегания Гремячинского месторождения наиболее близки к Саскачеванскому месторождению калийных солей в Канаде, поэтому обратимся к опыту отработки этого месторождения.

При выборе оптимальных параметров системы разработки Саскачеванского месторождения калийных солей, а также ряда месторождений зарубежья, нашел широкое распространение метод управления напряжением, возникающим при проведении любых горных выработок. Суть предлагаемого метода изложена в работе [4] и заключается в том, что после об-

разования вторичной эпюры напряжений вокруг отработанного пространства, где напряжения в массиве горных пород становятся ниже критических, разрушения горных пород за границей этой эпюры не происходит. Вышележащие породы без разрушения плавно опускаются на податливых целиках.

Методы управления напряжением основываются на деформационных свойствах породы, то есть, на характере разрушения пород. «Податливые целики» - это целики или столбы, которые рассчитаны на разрушение, вне зависимости от прочности материала этих целиков. Они являются основным средством методов управления напряжением, используемых для создания и управления перераспределением напряжений вокруг горных разработок.

Управление напряжением разделяется на шесть методов:

- метод разгрузки напряжения;
- метод параллельных камер;
- метод управления временем выемки;
- метод управления временем выемки и составлением;
- метод нескольких горизонтов;
- метод большой камеры.

Наибольший интерес представляют: метод разгрузки напряжений, метод параллельных камер и метод управления временем выемки.

Подробный анализ опыта отработки Саскачеванского месторождения указывает на возможность эффективной отработки калийных месторождений на глубине более 1000 м с применением камерной системы. В соответствии с этим для Гремячинского месторождения рекомендуется камерная система разработки с разгрузкой напряжений по методу параллельных камер (рис.5). По аналогичной схеме отбатывались участки на Верхнекамском месторождении калийных солей на рудниках БКПРУ-2 и БКПРУ-3 ОАО «Уралкалий», где она получила название как схема отработки с барьерными разгружающими целиками.

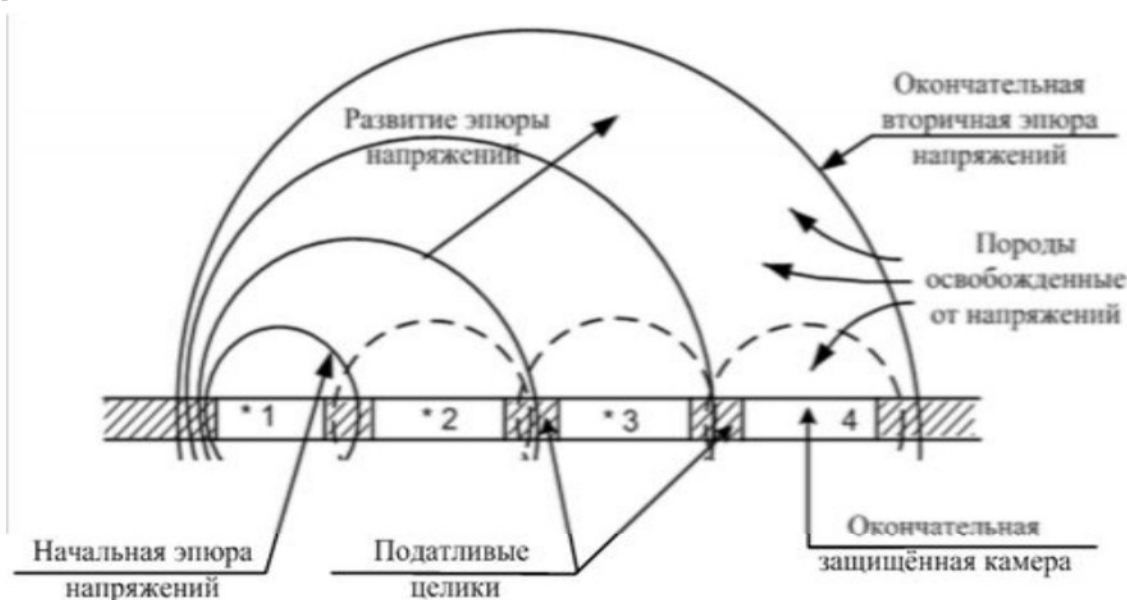


Рис.5. Повторные методики параллельных камер (результаты от 3 до 6 камер). Камера, выполняемая последней, наиболее устойчива. Применялась на рудниках Коминко, PCS Лагиган, PCS Роканвил

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

Для выбора оптимального варианта параметров системы разработки для условий Гремячинского месторождения, учитывая недостаточный уровень изученности этих условий, применяется методика, основанная на гидростатической модели напряженного состояния массива горных пород, которая подтверждается в условиях отработки калийных месторождений [5].

При постоянной последовательности междуканальных целиков и камер (камеры могут состоять из нескольких ходов комбайна по высоте и ширине, при этом по ширине они разделяются межходовыми целиками) методика расчета ширины междуканальных целиков заключается в следующем:

1) ширина междуканальных целиков определяется с учетом ограничений степени их нагружения [C]:

$$C \leq [C], \quad (1)$$

где [C] – допускаемая величина степени нагружения МКЦ, при отсутствии закладки она принимается [C]=0,4, а при закладке камер определяется из формулы:

$$t^* = \exp\left(\frac{1-C}{\beta_t}\right)^{\alpha_t}, \quad (2)$$

где t^* – технологически необходимый срок устойчивого состояния междуканальных целиков, сутки; β_t и α_t – параметры аппроксимации (рекомендуемые значения $\alpha_t = 1,0$; $\beta_t = 6,15 \cdot 10^{-2}$), при $\alpha_t = 1,0$.

$$C = 1 - \beta_t \ln t^* \quad (3)$$

2) степень нагружения междуканальных целиков выражает отношение действующей нагрузки к их несущей способности и определяется по формуле:

$$C = k_n \gamma H \frac{a_1 + b}{b \cdot \sigma_n} \quad (4)$$

3) параметры, входящие в формулу, определяют следующие понятия: γH – давление на глубине залегания пластов; H – глубина залегания пласта, средняя для рассматриваемого участка, м; γ – средний объемный вес пород налегающей толщи ($\gamma \approx 2,2 \text{ т/м}^3$); k_n – коэффициент, учитывающий дополнительную пригрузку при прорезке целиков поперечными ходами:

$$\begin{aligned} k_n &= 0,8 + a_n/\ell_n & \text{при} & \quad \ell < 5b \\ k_n &= 0,8 & \text{при} & \quad \ell \geq 5b \end{aligned} \quad (5)$$

где ℓ_n – расстояние между ходами прорезки; a_n – ширина хода прорезки; b – ширина междуканальных целиков (МКЦ); a_1 – расчетная ширина камеры: при отсутствии межходовых целиков $a_1 = a$ (принимается по наибольшей её ширине); при наличии межходовых целиков:

$$a_1 = \frac{a - n_{MX} b_{MX}^2 / b}{1 + n_{MX} (b_{MX} / b)^2}, \quad (6)$$

где b_{MX} – ширина межходовых целиков; n_{MX} – количество межходовых целиков в камере.

4) значение расчетной прочности пород в целиках:

$$\sigma_n = K_r \cdot K_m \cdot \sigma_{сж}, \quad (7)$$

где $\sigma_{сж}$ – средневзвешенная прочность пород целика при сжатии;

$$\sigma_{сж} = \frac{\sigma_1 \cdot m_1 + \dots + \sigma_n \cdot m_n}{h_u}, \quad (8)$$

где $\sigma_1 \dots \sigma_n$ – пределы прочности пород отдельных слоёв (принимаются на основе лабораторных испытаний); $m_1 \dots m_n$ – мощности отдельных слоёв пород, слагающих целик; h_u – расчётная высота целика; K_m – коэффициент, учитывающий геометрические размеры МКЦ и условия на контакте с вмещающими породами; K_r – коэффициент, учитывающий влияние на прочность содержания глины.

5) для ленточных МКЦ коэффициент K_ϕ определяется по формуле:

$$K_\phi = 0,65 + 0,55 b/h_u, \quad (9)$$

где h_u – расчетная высота целика;

$$h_u = m_8 + \Delta h_t; \quad (10)$$

m_8 – вынимаемая мощность; Δh_t – приращение высоты целика за счет разрушения пород в кровле камер.

$$\Delta h_t = 0,7 (a - a_o) \quad (11)$$

a_o – устойчивый пролёт пород кровли:

- для коржей $a_o = 0$;

- для междупластовой соли $a_o = 3,0 \text{ м}$.

6) глина влияет на несущую способность целиков в зависимости от её относительного содержания и соотношения целиков:

$$K_r = 1 - 3,5 \delta_r \sqrt{\frac{h_u}{b}}, \quad (12)$$

где δ_r – относительное содержание Н.О. по высоте целика.

При применении варианта отработки запасов с барьерными разгружающими целиками (БРЦ) (рис.6) определяется степень нагружения этих целиков, которая должна удовлетворять условию:

$$C \leq [C],$$

где C – расчетная степень нагружения междуканальных целиков; $[C]$ – допустимая степень нагружения междуканальных целиков:

$$[C_{БРЦ}] \leq 0,4 \quad (13)$$

Расчетная степень нагружения барьерных целиков выражает отношение действующей нагрузки к его несущей способности и определяется по формуле:

$$C = \frac{Q}{P} \leq [C] \quad (14)$$

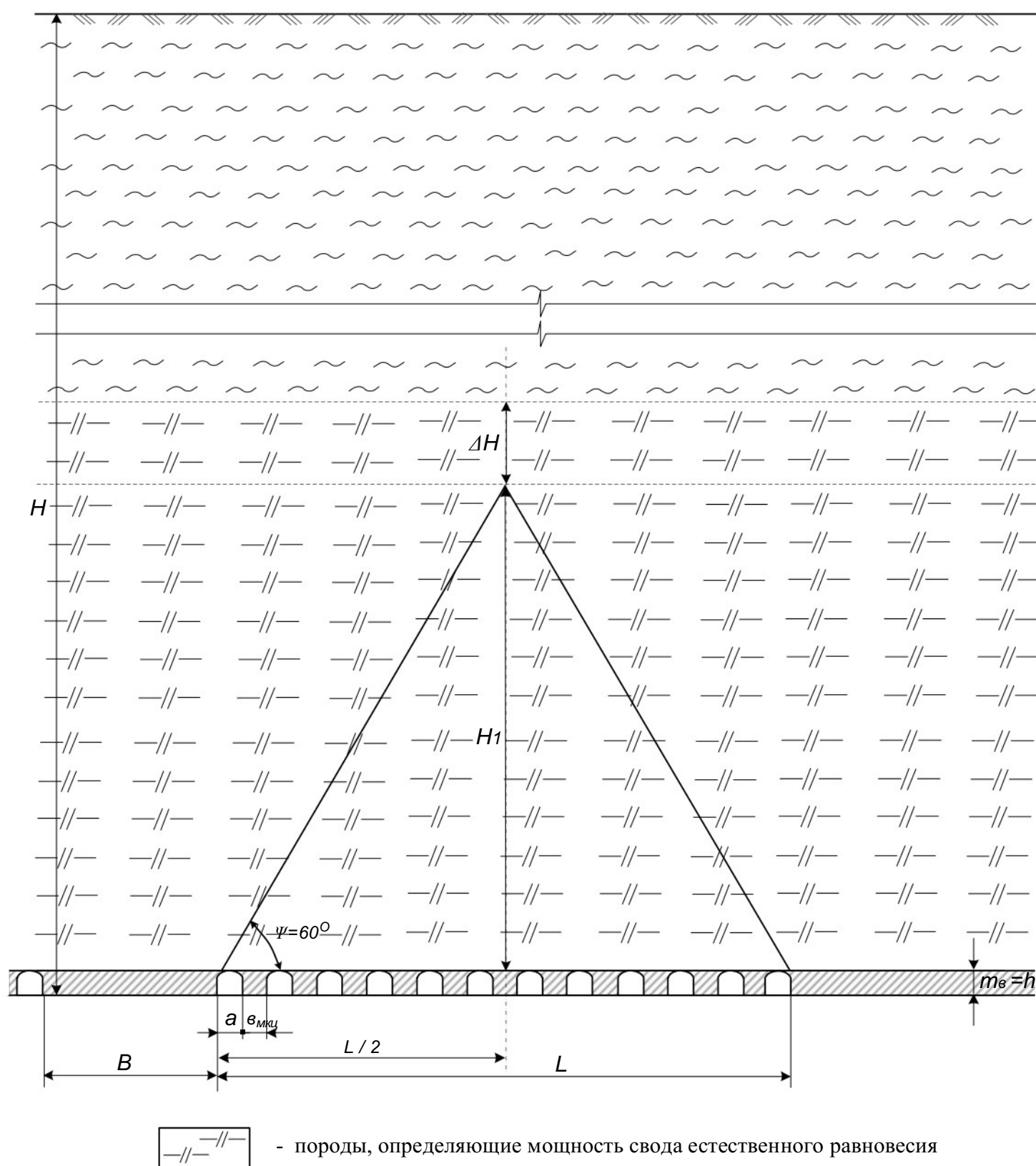


Рис. 6. Расчетная схема для определения параметров системы разработки с оставлением барьерных разгружающих целиков в отработанном пространстве

В качестве удельной нагрузки, приходящейся на барьерные целики, принимается максимальная нагрузка, приходящаяся на целики, расположенные в зоне полной подработки. Она определяется по формуле:

$$Q = \gamma \cdot H(L + B), \text{ тс/м}^2, \quad (15)$$

где H - глубина залегания силвинитового пласта; γ -

объемный вес налегающих пород; B - ширина барьерного разгружающего целика; L - ширина очистного пространства между соседними барьерными разгружающими целиками, $L = n(a + b) - b$; a - ширина хода очистных камер; n - количество ходов очистных камер, расположенных между соседними барьерными разгружающими целиками; b - ширина междукammerного целика.

Несущая способность барьерного целика P определяется по формуле:

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

$$P = \sigma_{сж} \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot B, \text{ тс/м}^2 \quad (16)$$

где $\sigma_{сж}$ - агрегатная прочность на одноосное сжатие пород, слагающих целик, тс/м²; k_1 - коэффициент, учитывающий влияние масштабного фактора, принимается равным $k_1 = 1,12$; k_3 - коэффициент, учитывающий влияние глинистых прослоек на прочность целика, $k_3 \leq 1$; Определяется по формуле:

$$k_3 = 1 - 3,5\delta_r \sqrt{\frac{m}{b}},$$

где δ_r - относительное содержание Н.О. по высоте целика; k_4 - коэффициент, характеризующий влияние отношения расчетной ширины целиков (B) к их расчетной высоте (h), рассчитывается по эмпирической формуле:

$$k_4 = 0,65 (1 + 1,06 B/m),$$

k_5 - коэффициент, учитывающий влияние продольной компоненты напряжений, действующих в целике. Для ленточных целиков $k_5 = 1,25$.

Нагрузка на междукammerные целики от веса пород мощностью H_1 , равной высоте предполагаемого свода естественного равновесия, находящихся между барьерными целиками, определяется по формуле:

$$Q_{МКЦ} = \gamma_1 \cdot H_1 (a + b) \quad (17)$$

γ_1 - объемный вес налегающих пород мощностью H_1 ; H_1 - высота предполагаемого свода естественного равновесия при возможном разрушении МКЦ $H_1 = L/2 \cdot \text{tg} 60^\circ H$.

Должно соблюдаться условие:

$$H_1 \leq H_{ВЗТ} - \Delta H, \quad (18)$$

где ΔH - мощность водозащитной потолочины.

Несущая способность междукammerных целиков составит:

$$P_{МКЦ} = \sigma_{сж} \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot b \quad (19)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, принимаются аналогично коэффициентам, используемым при расчете БРЦ.

Для выбора проектируемых параметров отработки сильвинитового пласта данным способом ширину барьерного целика B выбираем из условия соблюдения допустимой степени нагружения $[C_{БРЦ}] \leq 0,4$.

Степень нагружения междукammerных целиков, расположенных между барьерными целиками, должна быть равной или несколько меньше, чем степень нагружения БРЦ:

$$C_{МКЦ} \leq C_{БРЦ} \leq [C] = 0,4 \quad (20)$$

Описанный подход к обеспечению безопасности отработки Гремячинского месторождения заложен в проектные решения отработки рудника и будет реализован вначале на опытных панелях, а затем в масштабе всего рудника.

Литература

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам. РД 06-329-99.
2. Spackeler G. Lehrbuch des Kali und Salzbergbau. Halle, 1957.
3. Андреев А.Н. Разработка калийных месторождений. - Москва.: Недра, 1966.
4. Ш.Серата. Увеличение производительности и совершенствование безопасности эксплуатации калийных месторождений методом регулирования давления // Mining Congress Journal, 1989.
5. Обоснование системы разработки и параметров системы разработки с учетом оставления защитной сильвинитовой пачки в почве и сравнительным анализом по коэффициенту извлечения для лицензионного участка Гремячинского месторождения калийных солей. ОАО «Галургия», 2010.

Михаил Абрамович Иофис, д.т.н., профессор, гл. научн. сотрудник, УРАН ИПКОН РАН, тел. (495) 360-49-04;

Екатерина Николаевна Есина, к.т.н., мл. научн. сотрудник, УРАН ИПКОН РАН, тел. (495) 360-49-04;

Валерий Егорович Мараков, к.т.н., зав. научно-исследовательским Березниковским филиалом, зам. генерального директора, ОАО «Галургия», тел. (342) 216-68-17;

Алексей Николаевич Чистяков, к.т.н., менеджер по разработке месторождений, ОАО «Еврохим», тел. (495) 795-25-27

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИКО–ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С НЕИЗУЧЕННЫМ ХАРАКТЕРОМ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ

Рассмотрены вопросы получения распределения безразмерных коэффициентов для типовой функции оседания земной поверхности для условий с неизученным характером процесса сдвижения. Выявлены основные влияющие факторы на распределение величин вертикальных сдвижений в мульде и разработана методика расчета оседаний с учетом выявленных факторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: типовые кривые; оседания; сдвижении земной поверхности; коэффициенты типовых кривых; неизученный характер процесса сдвижения.



В настоящее время наиболее изученными в плане вопросов сдвижения земной поверхности являются пластовые месторождения, для условий которых имеется большой объем инструментальных наблюдений, обобщенных и изложенных в [7]. В современных условиях в отработку вовлекаются новые месторождения с неизучен-

ным характером процесса сдвижения. Часто эти месторождения открываются на территориях с уже существующей и развитой инфраструктурой, которую необходимо защищать от вредного влияния горных работ, связанных с отработкой запасов. Для оценки вредного влияния горных работ на объекты инфраструктуры, расположенные на подрабатываемой территории, необходимо выполнять прогноз величин сдвижений и деформаций, на основе которого принимаются решения о возможности отработки запасов, проектируются и планируются необходимые меры охраны.

Для прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности в нашей стране регламентировано использование метода типовых кривых, который основан на обобщении большого числа натурных наблюдений [4]. Для условий неизученного характера процесса сдвижений применение этого метода связано с необходимостью подбирать месторождение-аналог, что не всегда представляется возможным. Именно решению задачи получения безразмерных коэффициентов функций распределения типовых кривых в условиях неизученного характера процесса сдвижения и посвящена данная статья.

Как известно, процесс сдвижения в различных условиях протекает подобно. Имеются некоторые характерные особенности в протекании процесса сдвижения в конкретных горно-геологических условиях, которые обусловлены строением подрабатываемой толщи, применяемой системой разработки, глубиной ведения горных работ. Для получения решения необходимо проанализировать результаты наблюдений для различных условий и выявить характерные особенности, которые определяют подобие протекание процесса сдвижения.

Анализ распределения оседаний в мульде сдвижения для различных угольных бассейнов [1,2] показал наличие следующих закономерностей:

– можно выделить две области в мульде: пер-

вая область находится над выработанным пространством, а вторая - в краевой части мульды сдвижения;

– характер распределения оседаний в этих областях различается. Эти различия определяют физические процессы, связанные с деформированием горных пород над выработками и в краевых частях. Над выработанным пространством наблюдается прогиб слоев горных пород под собственным весом, а в краевых частях на сдвижение земной поверхности главным образом влияет опорное давление;

– начиная с определенной степени подработки, стабилизируется положение точки перегиба профиля мульды относительно точки с максимальными оседаниями. Как правило, точка перегиба находится от точки с максимальным оседанием на расстоянии, равном $0,4 \div 0,5$ длины полумульды.

Таким образом для того, чтобы описать распределение оседаний в мульде сдвижения, необходимо подобрать такую аппроксимирующую функцию (набор функций), которая бы учитывала все характерные особенности распределения вертикальных сдвижений в мульде. В качестве аппроксимирующей функции различные исследователи использовали либо экспоненциальную зависимость, степень в которой определяются исходя из характерных особенностей распределения сдвижений в конкретных условиях, выявляемых на основе натурных наблюдений за процессом сдвижения, либо использовали функцию распределения Гаусса. Решения, которые получены на основе функции Гаусса, носят более общий характер. Примером такого решения может служить решение Р.А.Муллера [5].

В решении Р.А.Муллера имеется две основные компоненты, которые можно трактовать следующим образом:

– распределение оседаний над выработанным пространством $\Phi\left(\frac{D_p - x}{C_p H}\right)$;

– распределение оседаний в краевой части мульды $\Phi\left(\frac{D_p + x}{C_p H}\right)$,

где $\Phi(y)$ - удвоенная функция распределения вероятностей (функция Гаусса), описывается формулой:

$$\Phi(y) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^y \exp^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (1)$$

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

C_p - среднее значение коэффициента C для всего массива горных пород; x - расстояние до текущей точки мульды сдвижений от точки с максимальным оседанием; D_p - расчетный размер выработки; H - глубина ведения горных работ.

Анализ распределения вертикальных сдвижений над выработанным пространством показал, что это распределение определяется состоянием кровли в очистных выработках. Процесс оседания кровли при очистных работах является сложным и зависит от многих

факторов, однако имеются общие закономерности в развитии этого процесса. В качестве главной особенности можно выделить совпадение профиля мульды сдвижения над выработанным пространством в различных горно-геологических условиях для полной подработки. В качестве иллюстрации этого факта на рис.1 приведены распределения безразмерных коэффициентов типовых кривых оседаний для условий полной подработки в Кузнецком и Донецком угольных бассейнах, которые построены по рекомендациям [7].

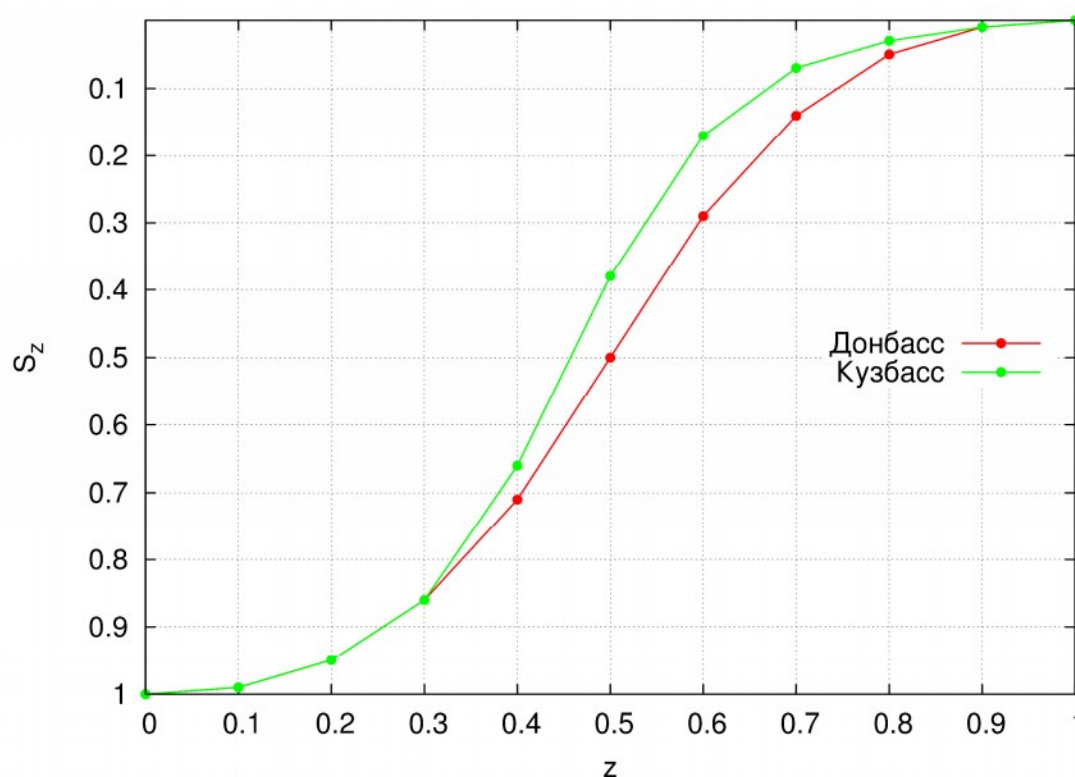


Рис.1. Графическое представление типовых кривых для Донбасса и Кузбасса

Как видно из рис.1, распределения сдвижений над выработанным пространством практически совпадают. При подборе функции, описывающей распределение вертикальных сдвижений земной поверхности, необходимо учесть выявленную характерную особенность, которую можно трактовать следующим образом: совпадение распределений оседаний в рассматриваемой части мульды сдвижения связано с нарушением массива горных пород и одинаковыми остаточными прочностными характеристиками для пород, находящихся в этой области массива. Естественно предположить, что при уменьшении размеров выработанного пространства прочностные характеристики будут увеличиваться в связи с уменьшением размеров зоны нарушенных горных пород над горными выработками.

Второй характерной особенностью, которую необходимо учитывать при подборе аппроксимирующей функции, является постоянство положения точки перегиба профиля мульды относительно точки с максимальными оседаниями.

С учетом всех характерных особенностей распределения сдвижений над выработанным пространством аппроксимирующую функцию для этой области можно записать в следующем виде:

$$S_{zi} = \Phi\left(\frac{D_p - x}{C_{pv}H}\right) \quad (2)$$

– для условий полной подработки:

$$C_{pv} = 0.17 \quad (3)$$

– для условий неполной подработки:

$$C_{pv} = \frac{D_p}{0.6H} (0.17 - C_{pk}) + 0.6C_{pk} \quad (4)$$

где D_p - расчетный размер выработки, составляющий 0,5 от фактического размера, м; H - глубина ведения горных работ, м; C_{pv} - коэффициент, описывающий прочностные свойства массива горных пород над выработанным пространством; C_{pk} - коэффициент, описывающий прочностные свойства массива горных пород нетронутого массива. Определение величины этого параметра будет описано ниже.

Исходя из анализа образования условий полной подработки [7], можно заключить, что полная подработка, как правило, наступает при отношении $D/H \geq 1,2$. Именно это соотношение целесообразно использовать при построении распределений вертикальных сдвижений для условий полной подработки. Если второй размер выработанного пространства не приводит к условиям полной подработки, то необходимо рассчитать значение коэффициента для этого размера по формулам (2) и (3). Причем рассчитать нужно только одно значение при $x=0$. На полученный множитель необходимо умножить распределение

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

безразмерных коэффициентов сдвижений, полученное для первого размера выработки.

Вторая часть распределения для краевой части мульды должна описывать сложный процесс деформирования слоев: сжатие от действия опорного давления и прогиб консольно закрепленной балки. Исходя из анализа и обобщения результатов наблюдений [1,2], наиболее близко условия деформирования горных пород в краевой части мульды сдвижения описывает функция:

$$S_{zi} = 1.0 - \Phi\left(\frac{D_p + x}{C_{pk}H}\right) \quad (5)$$

Размер этой области зависит от физико-механических характеристик горных пород и определяется посредством граничного угла. Для условий с неизученным характером процесса сдвижения по рекомендациям [7] граничный угол определяют, исходя из среднего коэффициента крепости горных пород. Ввиду того, что в принятом за основу решении Р.А.Муллера граничный угол не участвует, а свойства массива горных пород определяются через коэффициент C_p (в нашем случае – C_{pk}), то для определения

значения коэффициента C_{pk} и получения распределения величин безразмерных коэффициентов для функции оседаний в условиях полной подработки необходимо выполнить следующие действия:

– задать размер выработанного пространства $D=1,2H$;

– по формулам (2) и (3) построить распределение безразмерных коэффициентов над выработанным пространством (рис.2);

– используя метод половинного деления ф.(5), подобрать такое значение C_{pk} , при котором размер полумульды будет соответствовать размеру полумульды, которая получается по граничному углу для массива с определенным коэффициентом крепости. Необходимо учесть, что распределение коэффициентов, полученное по ф.(5), необходимо наносить со смещением по оси x , величина которого определяется точкой, в которой значения функции (2) равно значению функции (5) (рис. 2);

– после подбора необходимых параметров производится выборка значений безразмерных коэффициентов со значениями x равными $0,1L$, $0,2L$, ..., $10,0L$. Результаты подставляются в табличном виде.

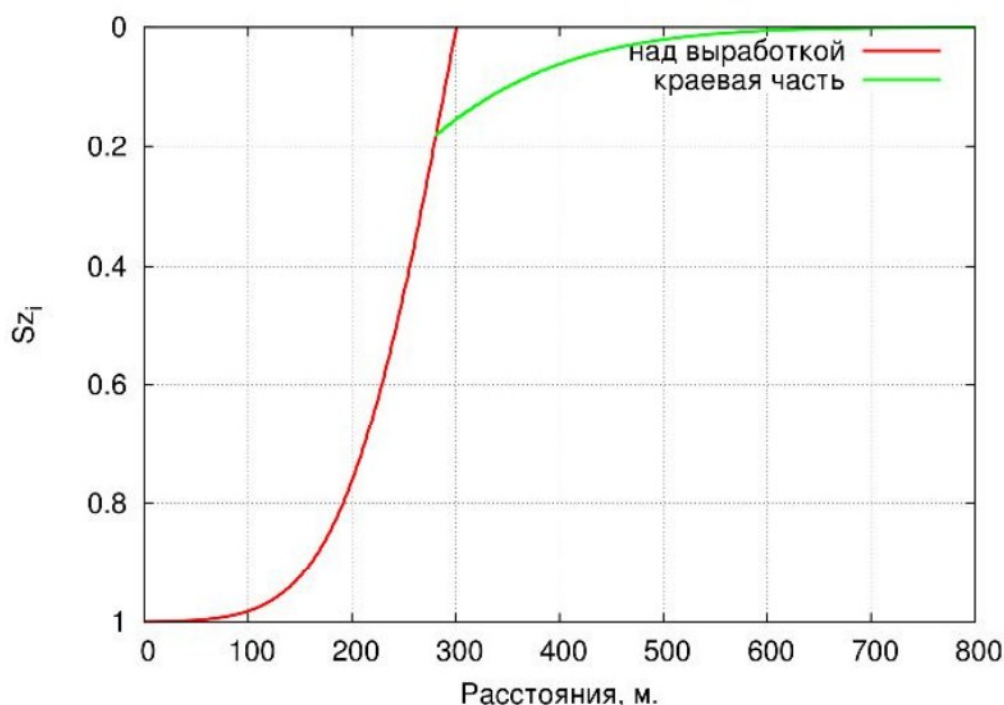


Рис. 2. Распределение безразмерных коэффициентов для типовой функции оседаний

Для условий неполной подработки применяется аналогичный подход, но используется уже известный коэффициент C_{pk} . При этом с уменьшением степени подработки будет уменьшаться влияние функции, описывающей распределение сдвижений над выработкой, и увеличивается влияние функции, описывающей распределение сдвижений в краевой части мульды сдвижения. За счет этого эффекта величина смещения распределения для краевой части мульды изменяется, что приводит к постоянству граничного угла для рассматриваемых условий.

Вторая особенность, которую необходимо отметить, заключается в том, что при небольших степенях подработки влияние краевой части, деформирующейся под действием опорного давления, превышает влияние функции, описывающей сдвижения над вы-

работанным пространством. Для этих условий необходимо подбирать другие аппроксимирующие функции. Это обусловлено тем, что при небольших степенях подработки изменяется характер деформирования подрабатываемого массива и связано это с тем, что влияние прогиба пород кровли не оказывает существенного влияния на земную поверхность.

Для получения распределения наклонов и кривизны необходимо взять производные от полученного распределения оседаний.

Для проверки правильности выбранного подхода был выполнен расчет распределения сдвижений для условий Подмосковского угольного бассейна. В качестве фактических исходных данных принимались результаты наблюдений, выполненные С.Г.Авершиным на специальной наблюдательной

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ

станции [1]. Для получения распределения вертикальных сдвижений согласно разработанной методике выполнялось построение распределения вертикальных сдвижений для условий полной подработки и определялась величина коэффициента C_{pk} , которая составила 0,35. На втором этапе, исходя из соотношения вынимаемой мощности пласта и величин оседаний, полученных на наблюдательной станции, определялся коэффициент подработанности для второ-

го размера выработки, который составил величину 0,22. Этот шаг предпринимался потому, что результаты наблюдений, которые взяты для проверки, получены для промежуточной стадии процесса сдвижения в интервал времени между посадками кровли. Используемый прием позволил наиболее близко смоделировать условия, которые были в массиве на момент наблюдений. Результаты расчетов представлены на рис.3.

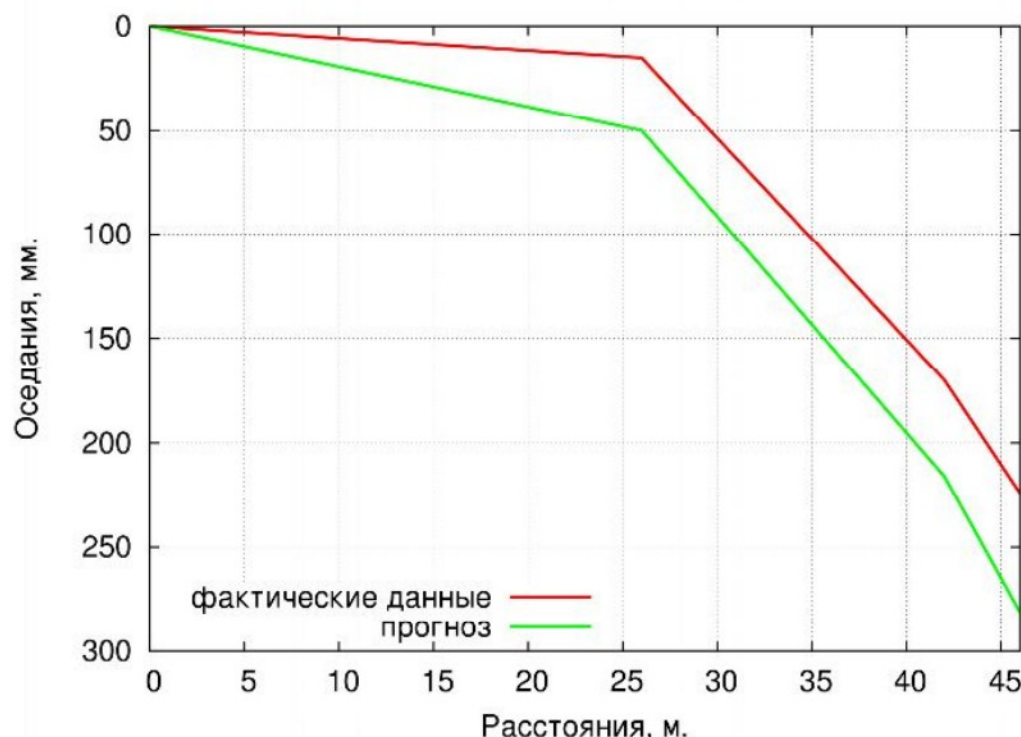


Рис. 3. Графики оседаний для условий эксперимента С.Г.Авершина в Подмосковном угольном бассейне

Анализ рис.3 показал совпадение закономерности распределения сдвижений в мульде. Расхождения в величинах объясняются тем, что прогноз выполнен для конечной стадии процесса сдвижения, а фактические данные собраны на промежуточной стадии процесса сдвижения.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Получены функции, описывающие распределение вертикальных сдвижений в мульде, причем эти функции обеспечивают сохранение следующих характерных особенностей распределения сдвижений и деформаций в мульде:

- постоянство положения точки перегиба профиля мульды сдвижения;
- расстояние от точки с максимальными оседаниями до точки перегиба составляет величину $0,4L$;
- для типичных условий Донбасса наблюдается симметричность мульды сдвижения для условий полной подработки относительно точки, находящейся на расстоянии $0,5L$.

2. Разделение мульды на две части по характеру деформационных процессов позволило более точно описать распределение в краевой части мульды сдвижения.

3. Полученный инструментарий позволяет исследовать влияние глубины горных работ, размера выработанного пространства, крепости пород, слагающих

массив, на распределение сдвижений в мульде.

4. Сравнение результатов расчетов с использованием функций, описывающих распределение сдвижений в мульде, с данными натурных наблюдений показали удовлетворительную сходимость.

Литература

1. Авершин С. Г. «Сдвижение горных пород при подземных разработках». — М.: Углетехиздат, 1947 г.
2. «ВНИМИ. Сдвижение горных пород и земной поверхности в главнейших угольных бассейнах СССР». — Углетехиздат, Л., 1958 г.
3. «Горные науки в СССР. Проблемы комплексного освоения недр.»: Наука, Москва, 1985 г.
4. Медянцева А.Н., Иофис М.А., Мазурова А.И.: «Графики распределения сдвижений и деформаций земной поверхности над горными выработками в Донбассе». — «Труды по вопросам горного давления, сдвижения горных пород и методики маркшейдерских работ». Труды ВНИМИ, 47, Л., изд. ВНИМИ, 1962, с. 140-154.
5. Певзнер М. Е., Иофис М. А., Попов В. Н.: «Геомеханика. Учебник для вузов». — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005 г.
6. «Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях» — М. Недра, 1981 г.
7. «Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях». — С.—Петербург, ВНИМИ, 1998 г.

Алексей Евгеньевич Кирков, н.с. УРАН ИПКОН РАН,
тел. (495)360-49-04

ДИНАМИКА ТОЧКИ МАКСИМАЛЬНОГО ОСЕДАНИЯ

Рассмотрена динамика точки максимального оседания с учётом уравнения баланса сил при развитии процесса сдвижения земной поверхности по законам затухающих гармонических колебаний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сдвигения и деформации земной поверхности; максимальное оседание; динамика точки максимального оседания.



Исходным параметром для определения физических величин сдвижений и деформаций земной поверхности над горными выработками является максимальное оседание (η_{max}), которое определяется в точке максимального оседания. Вопросы продолжительности и динамики сдвижения земной поверх-

ности в настоящее время изучены недостаточно. Это не позволяет эффективно определять мероприятия по защите подрабатываемых сооружений. Защитные меры принимаются для сооружений на постоянной

основе в проекте или применяются для действующего объекта в виде укрепления или усиления конструкций. На самом же деле период опасных для сооружения деформаций может длиться от нескольких месяцев до нескольких лет.

Скорость сдвижения точки максимального оседания при наблюдении за ретранслятором в г.Гуково [1] представлена на рис.1, а ускорения оседания этой же точки – на рис.2.

При рассмотрении рис.1 можно сделать вывод, что точка максимального оседания движется со скоростью, графиком которой является экспоненциальная функция.

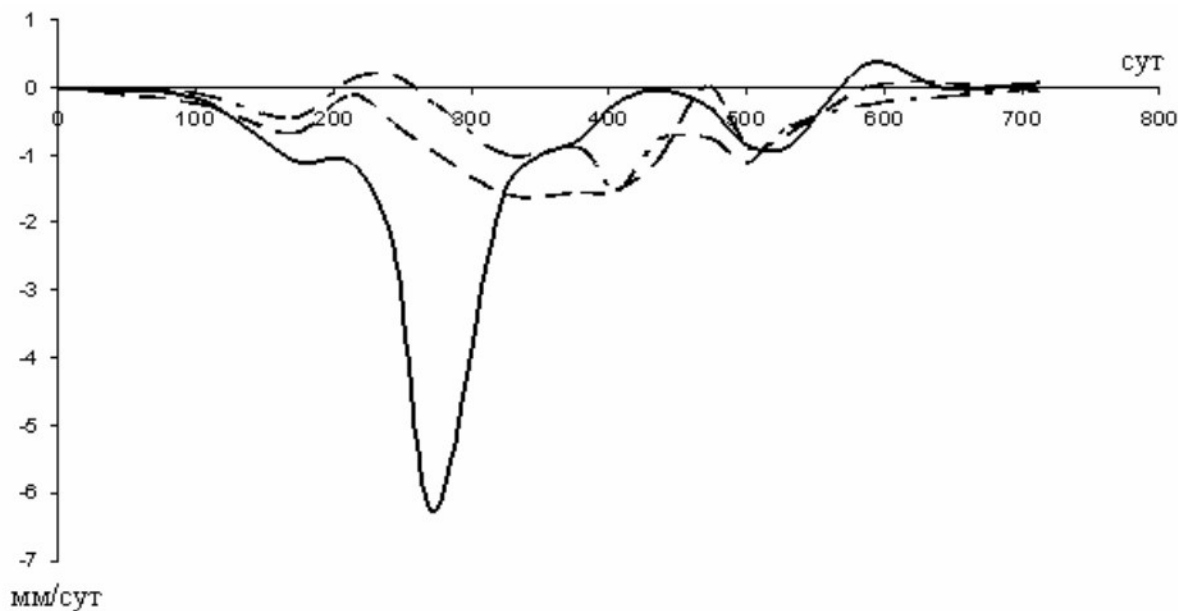


Рис. 1. График скорости оседаний точки максимального оседания
(пунктиром показаны графики скорости оседаний соседних точек)

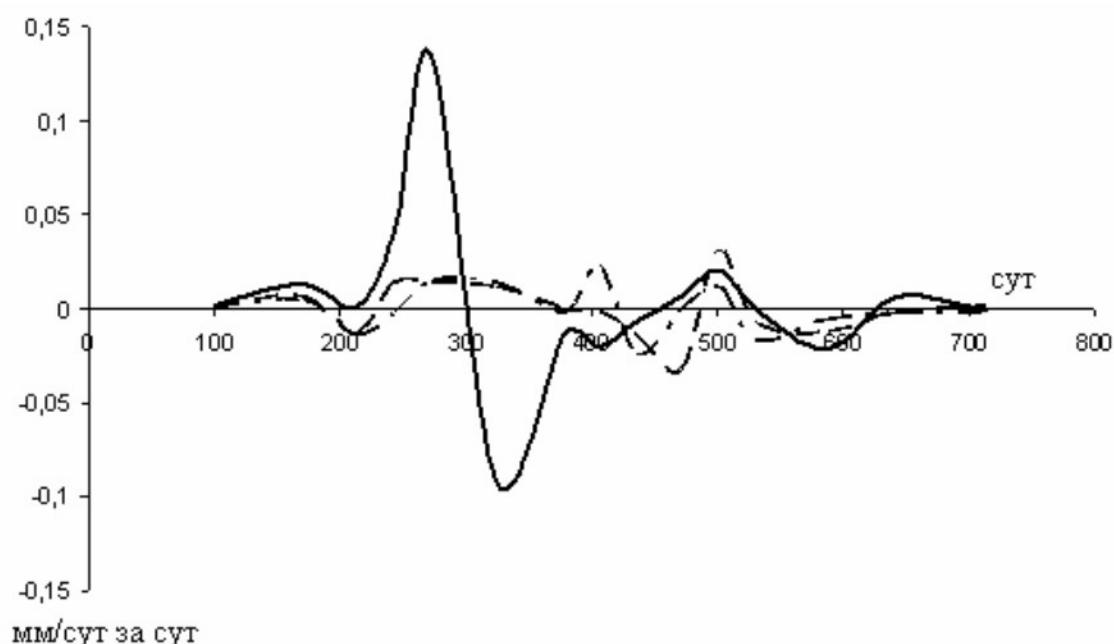


Рис. 2. График ускорений точки максимального оседания
(пунктиром показаны графики ускорений соседних точек)

В случае ускорений наблюдается колебательный характер графика. Причём график имеет затухающий характер.

Процессы затухания следуют закону естественного уменьшения, который в дифференциальной форме выглядит следующим образом:

$$\frac{d\eta}{\eta} = \pm A dt,$$

или

$$\frac{d\eta}{dt} = \pm A \eta.$$

То есть производная по времени пропорциональна тому значению оседания, при котором она определялась.

После интегрирования приведённого выражения получим:

$$\eta = \eta_{\max} e^{\pm At},$$

где η_{\max} – максимальное оседание в момент окончания сдвижения; $t = 0$, при наступлении максимального оседания; A – коэффициент, обратно пропорциональный t .

Оседание земной поверхности происходит под действием силы тяжести, которой противодействует сила упругой деформации горных пород. Сила упругости всегда действует в направлении, противоположном ускорению. Уравнение баланса сил выглядит следующим образом:

$$a_3 \eta'' = -a_2 \eta' - a_1 \eta.$$

Задача заключается в нахождении зависимости оседания от времени из уравнения:

$$a_3 \eta'' + a_2 \eta' + a_1 \eta = 0,$$

где a_1, a_2, a_3 – постоянные коэффициенты; η, η', η'' – оседание, его скорость и ускорение соответственно.

Найдём производные:

$$\eta' = A \eta_{\max} e^{At} \text{ и } \eta'' = A^2 \eta_{\max} e^{At}$$

Подставив найденные значения в уравнение баланса сил, получим

$$a_3 A^2 \eta_{\max} e^{At} + a_2 A \eta_{\max} e^{At} + a_1 \eta_{\max} e^{At} = 0,$$

$$\eta_{\max} e^{At} (a_3 A^2 + a_2 A + a_1) = 0.$$

Так как первая часть произведения не равна 0, то

$$a_3 A^2 + a_2 A + a_1 = 0,$$

$$A = -\frac{a_2}{2a_3} \pm \sqrt{\frac{a_2^2}{4a_3^2} - \frac{a_1}{a_3}}.$$

В результате мы получаем формулу оседания в зависимости от времени:

$$\eta = e^{t \left(-\frac{a_2}{2a_3} \pm \sqrt{\frac{a_2^2}{4a_3^2} - \frac{a_1}{a_3}} \right)}.$$

Значения коэффициентов a вычисляются с помощью уравнения баланса сил по фиксированным точкам с известными значениями оседания, его скорости и ускорения (рис.1 и 2).

Полученное выражение характеризует динамику точки максимального оседания и позволяет определять сдвижения и деформации в любой момент времени. При известном расчётном значении максимального оседания всегда можно вычислить продолжительность процесса сдвижения.

Литература

1. Тетерин А.В. Фактор времени при изучении сдвижений и деформаций земной поверхности // Перспективные технологии добычи и использования углей Донбасса: материалы Междунар. науч.-практ. семинара, г. Новочеркасск, 1-2 окт. 2009 г. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2009. – С. 228 – 232.
2. Пейн Г. Физика колебаний и волн. М: Мир, 1979. – 390 с.

Андрей Валентинович Тетерин, канд. техн. наук, доцент,
Шахтинский институт (филиал) Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Тахир Мусса М. (Чад), В.И.Тагасов, С.Е.Германова, В.М.Елисеев, Л.Н.Кашпар

НЕФТЯНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕСПУБЛИКИ ЧАД И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Рассмотрены основные показатели нефтяной промышленности республики Чад, а также причины аварий на нефтепроводах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтяная промышленность; окружающая среда; загрязнение; трубопровод; авария.



Тахир Мусса



В.И.Тагасов



С.Е.Германова



В.М.Елисеев



Л.Н.Кашпар

Республика Чада является аграрной страной, большинство населения которой занято в сельском хозяйстве, скотоводстве и рыболовстве.

Минерально-сырьевая база Чада мало изучена. В недрах страны имеются запасы нефти, ресурсы золота и бокситов; известны россыпные проявления золота и алмазов и рудопоявления хрома; ведутся геологоразведочные работы на углеводородное сырьё и уран. Открыты и используются местным населением залежи каустической соды (натрона), каолина, известняка и глины.

Доказанные запасы нефти в Чаде, по оценке Департамента энергетики США, на 1.01.2007 г. составляют 274 млн т. Запасами природного газа страна не располагает.

Перспективы нефтегазоносности Чада связаны в первую очередь с нефтегазоносными бассейнами Чадский и Доба (Шари), а также с возможно нефтегазоносным бассейном Куфра.

Бассейн Куфра входит на территорию страны своим юго-западным замыканием (основная его часть находится в Ливии). Эта синклинорная впадина выполнена главным образом отложениями палеозойского и, в меньшей степени, мезозойского возраста мощностью до 3,5 тыс.м. Бассейн изучен крайне слабо – в ливийской его части пробурено несколько скважин, не давших положительного результата.

Бассейны Чадский и Доба приурочены к рифтовым впадинам мелового возраста, выполненным мезозойскими и кайнозойскими континентальными отложениями мощностью до 10 км (Чадский бассейн) и 7,5 км (Доба). Они представляют собой серию параллельных асимметричных грабенов и полуграбенов. Нефтематеринскими породами в этих бассейнах являются озёрные глинистые сланцы. Продуктивны меловые песчаники на глубинах 1300-1600 м (основные запасы приурочены к залежам в позднемеловых отложениях; в раннемеловых отложениях сосредоточено около 1% известных запасов). Мощность продуктивных горизонтов позднемеловых аркозовых песчаников составляет 10-30 м. Залежи приурочены к ограниченным разломами блокам и к антиклинальным поднятиям.

Поисково-разведочные работы на нефть и газ

начались в стране в 1970-е годы. Тогда консорциумом в составе компаний Chevron, Sonoco, Exxon и Shell в районе оз.Чад были открыты нефтяные месторождения Седижи (Sedigi), Канем (Kanem) и Кумиа (Kumia); в бассейне Доба – Миандум (Miandoum) и Коме (Kome). Работы были прерваны гражданской войной в 1979 г. В 1989 г. компанией Exxon на юге страны было открыто месторождение Болобо (Bolobo).

Разработка южных месторождений Болобо, Коме и Миандум начата в июле 2003 г. международным консорциумом CCPDP (Chad Cameroon Pipeline Development Project) под управлением компании ExxonMobil. Месторождение Седижи временно не разрабатывается, потому что планы строительства перерабатывающего завода близ столицы страны Нджамены мощностью 250 тыс.т в год и трубопровода к нему длиной 317 км не осуществились.

Всего на месторождениях планируется пробурить около 300 эксплуатационных и вспомогательных скважин. Время отработки запасов месторождений определено в 25-30 лет. Пик добычи определен в 225-250 тыс.барр. нефти в сутки (11,2-12,5 млн.т в год). В настоящее время основная добыча сосредоточена на месторождении Болобо; на двух других работы ведутся в сдерживающем режиме, хотя выход на полный объём добычи может быть быстро достигнут в любое время. Добытая нефть подаётся по сборным трубопроводам на месторождение Коме, где происходит смешение нефти. Доведенная до плотности 0,93 г/куб.см смесь подаётся в экспортный трубопровод.

Нефти этих месторождений тяжёлые (самая тяжёлая – на месторождении Болобо – до 0,953 г/куб.см). Нефти характеризуются низким содержанием растворённого газа, малой сернистостью (в среднем 0,1 вес.%), повышенным содержанием ванадия и никеля. Надо отметить, что начальные коэффициенты извлечения нефтей НГБ Доба низкие: 7-38%, так что при применении более совершенной технологии добычи возможно увеличение запасов за счёт повышения этого коэффициента. Раннемеловые нефти впадины Доба легче: их плотность в среднем составляет 0,855 г/куб.см, однако в них значительно больше серы: до 2.9 вес.%.

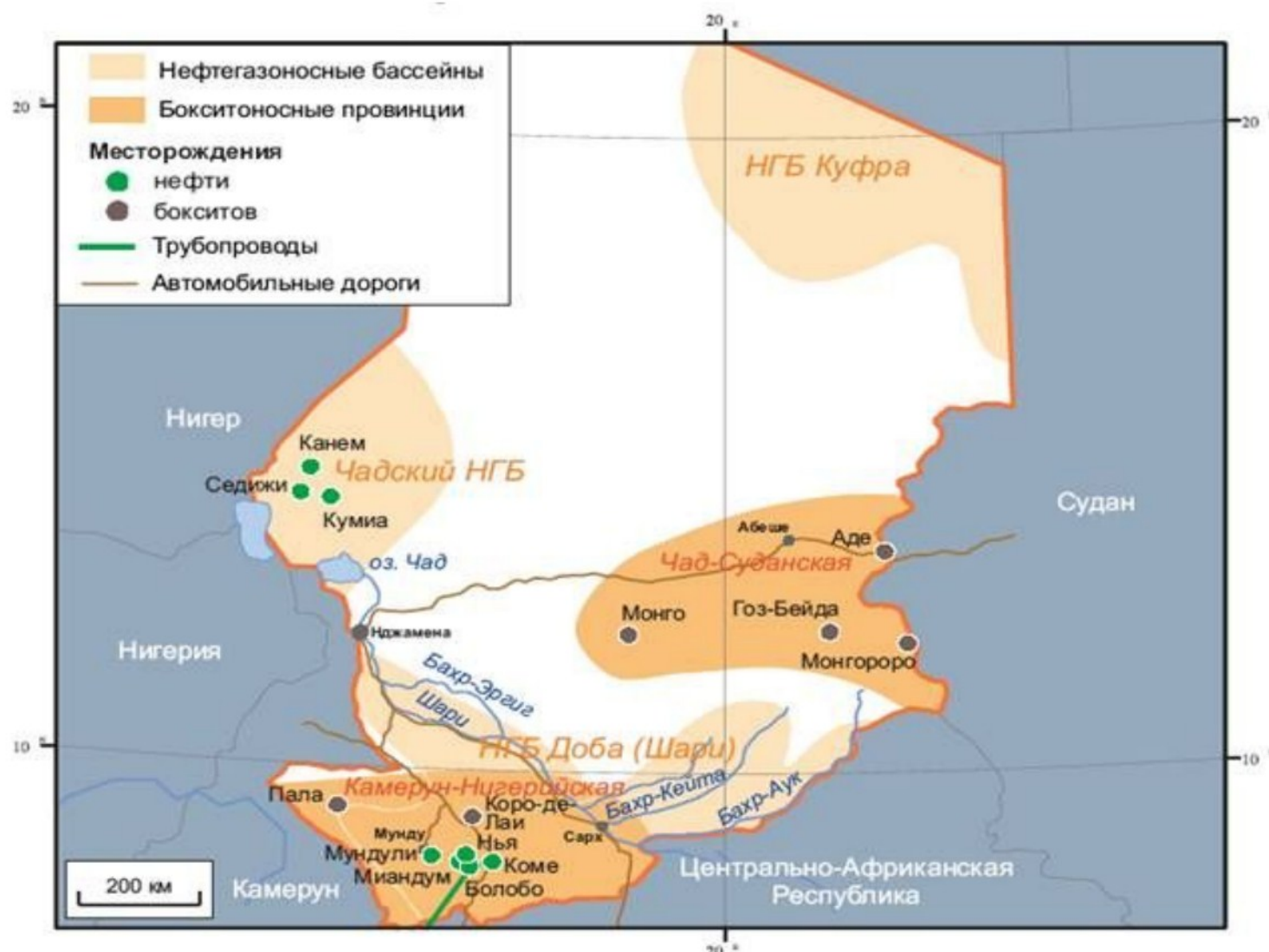


Рис. 1. Схема размещения основных полезных ископаемых южной части Чада

Консорциум CCPDP ведёт также поисково-разведочные работы в районах, соседствующих с разрабатываемыми месторождениями. В результате этого открыто два мелких месторождения: Нья (Nya) и Мундули (Moundouli).

Следует обратить внимание, что в Чаде принята комплексная экологическая программа, обязывающая нефтяные компании заниматься рекультивацией и возвращением в сельскохозяйственный оборот земель, задействованных в нефтяной отрасли.

В 2004 г. правительство Чада предоставило канадской компании Energem Petroleum Corporation разрешение на разведку в центральной (впадина Зап.Шари) и северной (впадина Ларжо) частях страны. Однако о положительных результатах поисково-разведочных работ информации нет. В 2006 г. появилось сообщение, что канадская компания заключила стратегический союз с китайской PetroChina. В 2007 г. правительство Чада провело аукцион на разведку двадцати новых лицензионных участков в различных районах страны. По оценке министерства нефти Чада, на упомянутых территориях может быть открыто до 400 млн.т извлекаемых запасов нефти. Надо сказать, что территория Чада ещё слабо изучена в нефтегеологическом отношении, поэтому открытие новых запасов нефти во многих районах страны вполне

возможно.

По нашему мнению, прогнозные ресурсы нефти в Чаде могут быть оценены в 1 млрд.т.

В 2006 г. проведена реорганизация нефтяного сектора экономики страны. Создана национальная нефтяная компания Societe des Hydrocarbures du Tchad (SHT), под контроль которой перешло более половины сектора.

Одной из важнейших задач, решаемых при разработке мероприятий по предотвращению нефтяных загрязнений, является выделение основных источников загрязнения и определение вклада каждого из них.

Анализ имеющихся в научной литературе данных по исследованию уровня содержания углеводородов в атмосфере показывает, что в настоящее время он находится на сравнительно низком уровне (120-2100 нг/г и 22400-43000 нг/г соответственно).

По плотности нефть делят на три группы: на долю легкой нефти с плотностью от 800 до 870 кг/м³ в общемировой добыче приходится около 60%, средних (871-910 кг/м³) – (31%) и тяжелых (свыше 910 кг/м³) – 10%.

Температура начала кипения нефти выше 28° С. Температура застывания колеблется от 26 до 60° С и зависит от содержания парафинов. Температура

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

вспышки колеблется от 35° С до 120° С в зависимости от фракционного состава и давления насыщенных паров.

Удельные потери на 1 т добычи нефти в мире составляют:

$$q_o / Q_o = 2,13/3800 = 0,0006 \text{ т/год.}$$

Общая добыча нефти в Республике Чад составляет:

$$Q_m = 4,14 \text{ млнт/год.}$$

Потери нефти в системе нефтепроводов Чада:

$$Q_m * q_o / Q_o = 4,14 * 0,0006 = 2484 \text{ т/год.}$$

Наиболее опасными точками вытекания нефти из трубопроводов являются места расположения запорной арматуры в нескольких метрах от насоса или перегибов трубопроводов. В таблице 1 приведены расчеты выявления максимально возможных мест аварий и протечек:

Расчеты производились исходя из условий:

- диаметр трубопровода – \varnothing - 30 дюймов;
- длина участка возможного аварийного выбро-

са определяется длиной трубы от пересечения рек.

$$Q_{\text{потери в трубах}} = L * S,$$

$L_{\text{прорыв}}$ - протяженность трубопровода между двумя реками; $S = \pi \varnothing^2 / 4$, поперечное сечение трубы; \varnothing – диаметр трубы.

Расчет показал, что наивысший риск и объем загрязнения окружающей среды в случае возникновения аварии, выявлен в районе реки Мбере (Камерун), ($Q = 73000 \text{ м}^3$). При длине магистрального трубопровода Чад-Камерун 1070 км, количество аварий в год составит 200.

При формировании системы магистральных трубопроводов по разным причинам могут возникать изгибы, повороты и другие технологические изменения. Во время перекачки каких-то сред по магистральным трубопроводам при указанных условиях могут возникать волновые и вибрационные процессы, которые будут способствовать проявлению аварийных ситуаций (разрывов трубопроводов по причине гидравлических ударов).

Таблица 1

Расчет средней величины потерь нефти при авариях в нефтепроводах на реках в респ.Чад

Река	Протяженность трубопровода, км	Расстояние между насосом (перегибом) и арматурой, м	Поперечное сечение трубы, м^2	Объем нефти в трубопроводе, м^3
Люле	2	2	0,5	10000
Лим	140	138	0,5	69000
Мбере	178	38	0,5	19000
Мбере	324	146	0,5	73000
Мба	432	108	0,5	54000
Пангар	487	55	0,5	27500
Муей	529	42	0,5	21000
Лом	539	10	0,5	5000
Сессе	585	46	0,5	23000
Янг	608	23	0,5	11500
Теде	709	101	0,5	50500
Афамба	811	102	0,5	51000
Нянг	907	96	0,5	48000
Локундже	946	39	0,5	19500
Муг	994	48	0,5	24000
Локундже	1,007	13	0,5	6500
Киенке	1,062	55	0,5	27500

Таблица 2

Зоны производственной деятельности в республике Чад

Обозначение	Описание
Зона бурения и добычи в Чаде	Зона разработки нефтяного месторождения
Эксплуатационная зона №1 (ЭЗ-1)	Компрессорная Станция №1 (КС-1) и сегмент трубопроводной транспортной системы (ТТС) до границы между Чадом и Камеруном
Эксплуатационная зона №2 (ЭЗ-2)	Компрессорная Станция №2 (КС-2) и прилегающие сегменты ТТС
Эксплуатационная зона №3 (ЭЗ-3)	Компрессорная Станция №3 (КС-3) и прилегающие сегменты ТТС
Эксплуатационная зона №4 (ЭЗ-4)	Станция понижения давления (СПД) и прилегающий сегмент ТТС
Морской терминал	Плавучий объект хранения и отгрузки (ПХО) и трубопровод, пролегающий по дну моря.

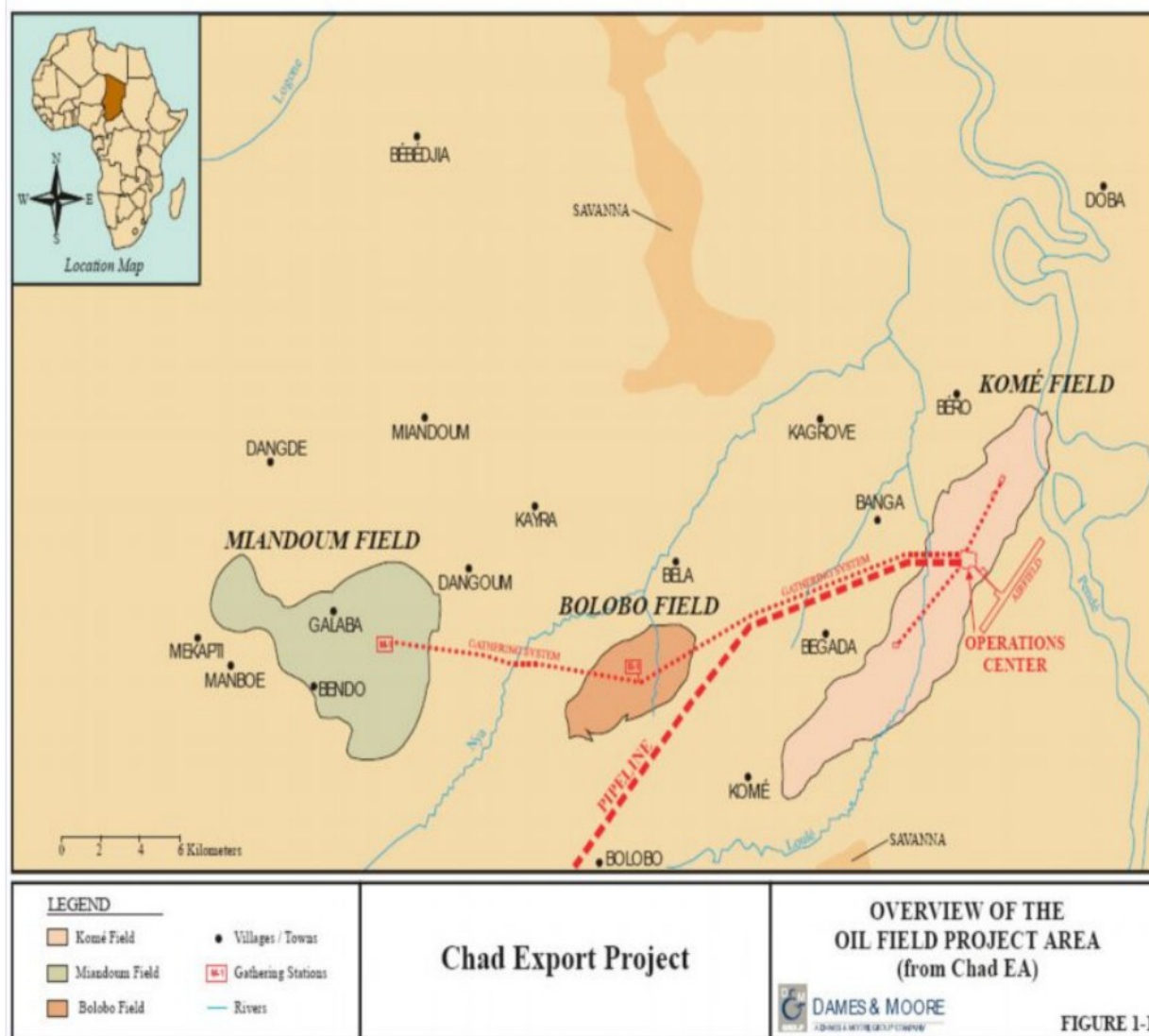


Рис. 2. Район застройки месторождения нефти

В связи с этим при проектировании систем магистральных трубопроводов анализировались количество указанных мест (изгибов, поворотов, и т.п.) с целью определения количества стабилизаторов давления.

Пульсации давления на рабочих частотах насосных агрегатов, вибрации, переходные процессы переключения, включения, отключения насосов, гидроудары, неизбежно возникающие при эксплуатации гидросистем, усиливают механизмы их деградации, многократно ускоряют скорость внутренних коррозионных процессов, способствуют накоплению усталостных характеристик материала в местах концентрации напряжений (сварные швы, задиры и т.п.) и являются основным фоном возникновения аварийных ситуаций.

Возникновение и высокоскоростное распространение волн повышенного давления, в несколько раз превышающего рабочее давление, часто носит характер гидравлического удара. В результате возникновения гидравлического удара, как правило, происходит порывы в наиболее ослабленных местах тру-

бопроводной системы, которая вследствие износа неспособна выдержать динамические нагрузки ударного характера. То есть, можно сделать вывод, что более 70% всех аварий и инцидентов происходит по причине гидродинамических процессов.

Литература

1. Reuters. 2006. "Chad defends Chevron, Petronas Expulsion". Mail and Guardian. 28 August.
2. Dossier « Le pétrole en Afrique ». Afrique Contemporaine, N216, Ed. Agence Française de Développement, Paris, 2005.
3. « Les conflits tchado-soudanais. Enjeux régionaux et globaux ». Jean Philippe Remy, Le Monde, Paris, 5 mai 2006.
4. Berger, 1995. Evaluation of the Faunistic Potential of the Kribi, Deng Deng, and Mbéré Rift Valley, November 1995.
5. Internal Politics'. Journal of Contemporary African Studies. 23/2.
6. Х.Н.Низамов, А.И.Чучеров, А.Е.Медведев, В.Н.Применко //Сер.Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – М.: ВНИИЦЭНГ 1991.31С.

Тахир Мусса (Чад), аспирант;
 Виктор Иванович Тагасов, профессор;
 Светлана Евгеньевна Германова, ст.преподаватель;
 Владимир Михайлович Елисеев, профессор;
 Леонтий Николаевич Кашпар, профессор.
 тел.: (495) 787-38-03 * 25-51; (495) 787-38-03 * 39-63
 (Российский университет дружбы народов)

Ю.М.Игнатов, А.Ю.Игнатова, А.В.Папин, Д.С.Корецкий

НОВЫЕ АСПЕКТЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КУЗБАССЕ

Рассмотрено состояние вопроса рекультивации нарушенных земель в Кузбассе, предложена технология получения биодоброудобрения для повышения плодородия рекультивируемых земель.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рекультивация, плодородие почв, биогумус.



Ю.М.Игнатов А.Ю.Игнатова А.В.Папин Д.С.Корецкий

Добыча полезных ископаемых подземным и открытым способами оказывает негативное влияние на окружающую среду. Особенно сложная экологическая обстановка наблюдается в Кузбассе. В Кузбассе самый низкий процент рекультивированных земель в сравнении с другими горнодобывающими районами страны [1]. В результате производства горных работ нарушено около 100 тыс. га, рекультивировано за последние десять лет менее 20 тыс. га земли. Причиной этого является своеобразие горно-геологических условий Кузнецкого бассейна и отсутствие региональной законодательной базы. Необходимо принять меры для увеличения темпов работ по рекультивации и повышения их качества.

В настоящее время в Кемеровской области наиболее распространено лесохозяйственное направление рекультивации.

До принятия в 2006 г. нового «Земельного кодекса» на территориях земель лесного фонда для работ, не связанных с лесопользованием, была предусмотрена процедура перевода земель из данной категории земель в категорию земель промышленности (или иную). В 2006 г. с принятием Федерального закона № 154 от 27 июля «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам использования земель лесного фонда», а позднее с принятием уже нового «Земельного кодекса» данная процедура изменилась. По новому законодательству разрешено использование лесов для целей, не связанных с лесопользованием, без перевода земель с передачей земель землепользователю в аренду с возмещением ущерба лесному хозяйству и при наличии согласованного проекта рекультивации на данную территорию.

По данным Департамента лесного комплекса Кемеровской области, распределение поступления лесного дохода по видам использования лесов в Кемеровской области выглядит следующим образом: заготовка древесины – 37,3%; выполнение работ по геологическому изучению недр, разработка месторождений полезных ископаемых – 61,9% и прочие доходы – 0,8% (данные на 2010 г.) [7].

Сопоставив проценты доходов можно прийти к выводу, что Департаменту лесного хозяйства выгодно отдавать территории под добычу полезных ископаемых. Во-первых, это основная статья доходов, кото-

рые приносит лесное хозяйство. Во-вторых, после выработки территории, организации, использующие данные территории, в обязательном порядке производят восстановление лесов, и на данный момент, в Кузбассе это основной способ восстановления лесов. В-третьих, после ухода с территорий предприятия также оставляют лесные дороги, способствующие улучшению контроля за сохранностью лесов.

Для добывающих предприятий данная процедура также выгодна. Лесохозяйственное направление рекультивации является менее затратным для предприятий. Для лесохозяйственной рекультивации не требуется тщательного выполаживания откосов разрезов, что ведёт к удешевлению технического этапа рекультивации. Во-вторых, для лесохозяйственной рекультивации могут быть использованы потенциально плодородные слои почвы или даже рыхлыми вскрышными породами, например четвертичными отложениями – суглинками и глинами, а сэкономленный плодородный слой почвы можно перераспределить на участки с сельскохозяйственной рекультивацией.

В целях эффективной рекультивации нарушенных земель учеными Кузбасса было испытано свыше 30 видов деревьев и кустарников [1]. Исследования в области рекультивации показали, что наибольшей устойчивостью в условиях отвалов обладают не плантации монокультур (сосняки и облепиха), а многовидовые растительные сообщества.

В настоящее время решение вопроса рекультивации нарушенных земель в Кузбассе находится уже не в плоскости научных разработок, а в плоскости образования нового социально-правового механизма природопользования, который будет определять экологическую безопасность жителей Кузбасса.

Ученые предлагают концепцию создания регионального некоммерческого Фонда рекультивации нарушенных земель, который поможет приступить к практическому выполнению работ по рекультивации на всей территории Кузбасса [3]. Финансовым источником Фонда будут годовые бюджеты угольных предприятий на проведение рекультивационных работ, которые в настоящее время используются неэффективно, а также деньги федерального и областного бюджетов, добровольные взносы и пожертвования, платежи по процентам за использование средств Фонда. Фонд будет контролировать выполнение заказанных работ, поэтому качество выполнения работ подрядчиками на всех этапах будет соответствовать рабочему проекту участка рекультивации.

Основным, и самым сложным этапом рекультивации является биологический этап рекультивации. Преимуществом лесохозяйственного этапа рекультивации над сельскохозяйственным является срок биологического этапа рекультивации и уменьшение за-

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

трат на распашку и боронование в последующие годы.

Далее приводятся примеры проектов рекультивации земель разрезов Кузбасса.

На АООТ разрезе «Моховский» преимущественным направлением рекультивации является лесная рекультивация. Проектом рекультивации принята в качестве лесообразующей породы сосна и кустарник облепиха. При рекультивации платообразной поверхности внутренних отвалов принято сельскохозяйственное направление – посев многолетних трав для создания искусственных сенокосов и пастбищ. Предполагается сеять многолетние травы: донник, люцерна, эскарец. Облепиха, являясь быстрорастущим кустарником, способствует равномерному распределению снега по площади, что предохраняет сосну от зимнего иссушения хвои. Ко времени ее старения (15-20 лет) высота сосны достигает 7-9 м, образуется чистое сосновое насаждение, где облепиха подавляется сосной. Для задержания поверхности рекультивируемых земель используется злаково-бобовая травосмесь, состоящая из люцерны пестрогибридной, клевера розового, костреца безостого, овсяницы луговой и донника [5].

Проектом ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» «Караканский угольный разрез» принимается сельскохозяйственное и лесохозяйственное направления рекультивации. Для сельскохозяйственных и лесохозяйственных целей на площади 319 га создаются суходольные луга с увлажнением водами атмосферных осадков. Луговая травосмесь включает: клевер луговой, овсяницу луговую и кострец безостый. На склонах крутизной 21-40° посев многолетних трав планируется проводить методом гидропосева смесью многолетних трав и древесно-кустарниковых пород (клевера лугового, люцерны гибридной, костреца безостого, пырея ползучего, овсяницы луговой, семена караганы древовидной и пихты сибирской) [6].

Необходимо отметить, что для сельскохозяйственного направления рекультивации, как и для лесохозяйственного, важно плодородие рекультивируемых земель.

В законодательстве РФ предусмотрен механизм, регулирующий качество земель.

Статья 11. Федерального закона «О государственном регулировании плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (16.07.1998 № 101-ФЗ) предусматривает обеспечение плодородия земель сельскохозяйственного назначения [8].

Статья 13 Земельного кодекса РФ обязывает землевладельцев, землепользователей и арендаторов осуществлять рекультивацию нарушенных земель, восстанавливать их плодородие. Порядок проведения работ по рекультивации земель определен постановлением Правительства РФ от 23 февраля 1994 года № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» [2, 4].

Однако, почва, находясь долгое время в складированном виде, теряет свою биологическую активность и, как следствие, плодородие. Поэтому восста-

новление плодородия почв – важная задача при рекультивации. Стабилизация запаса гумуса в почве определяется поступлением в нее органических веществ. В условиях сельскохозяйственного землепользования большая роль при этом отводится органическим удобрениям.

Для биологического этапа рекультивации нарушенных земель перспективно применение органических удобрений, полученных из различных органических отходов и природного сырья.

Разработанная в Кузбасском государственном техническом университете технология позволяет получать органическое удобрение (биогумус) из соломы, опилок, древесной коры, отходов боен, животноводческих ферм, сапропеля, сырого активного ила, окисленного угольного шлама.

Технология основана на совместном компостировании отходов с дополнительным внесением чистых культур микроорганизмов, выделенных из природных источников и адаптированных к переработке отходов.

Определены оптимальные соотношения компонентов биогумуса, достигнуты минимальные сроки трансформации сырья и отходов в органическое удобрение, проведен анализ качества полученного биогумуса.

В ряде опытов для ускорения биотрансформации исходных субстратов использовали естественный катализатор – ПФРК (полиферментный растительный катализатор), полученный из рубца жвачных животных.

В процессе компостирования растительные остатки (солома, опилки) подверглись полному разрушению. Так, скорость деструкции соломы, в среднем, в 18 раз превысила скорость этого же процесса при зашке соломы в почву.

Сегодня для Кузбасса, как и для России в целом, актуально производство биогумуса на основе осадка городских сточных вод (ОСВ). В Российской Федерации за год образуется порядка 100 млн. т такого осадка.

Эксперимент с ОСВ проводили в следующих вариантах: 1. торф+ОСВ, 2. катализатор+солома+ОСВ, 3. солома+ОСВ, 4. катализатор+опилки+ОСВ, 5. ОСВ (контроль).

Определена численность микроорганизмов в готовом биогумусе на основе ОСВ. Наибольшая численность микроорганизмов по сравнению с контролем (ОСВ без добавок) выявлена в вариантах «катализатор+опилки+ОСВ» – $1,2 \cdot 10^9$ микробных клеток в 1 г и «катализатор+солома+ОСВ» – $1,5 \cdot 10^9$ кл/г, что подтверждает наш вывод о стимулировании микробиологической активности использованием полиферментного растительного катализатора (ПФРК) (рис. 1).

Результаты агрохимического анализа показали, что в опытных образцах, по сравнению с контролем, увеличилось содержание подвижных форм питательных веществ (K_2O , P_2O_5), снизилась зольность за счет увеличения органической части. В ходе компостирования органический азот минерализуется в аммиачную форму, легкодоступную для растений.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

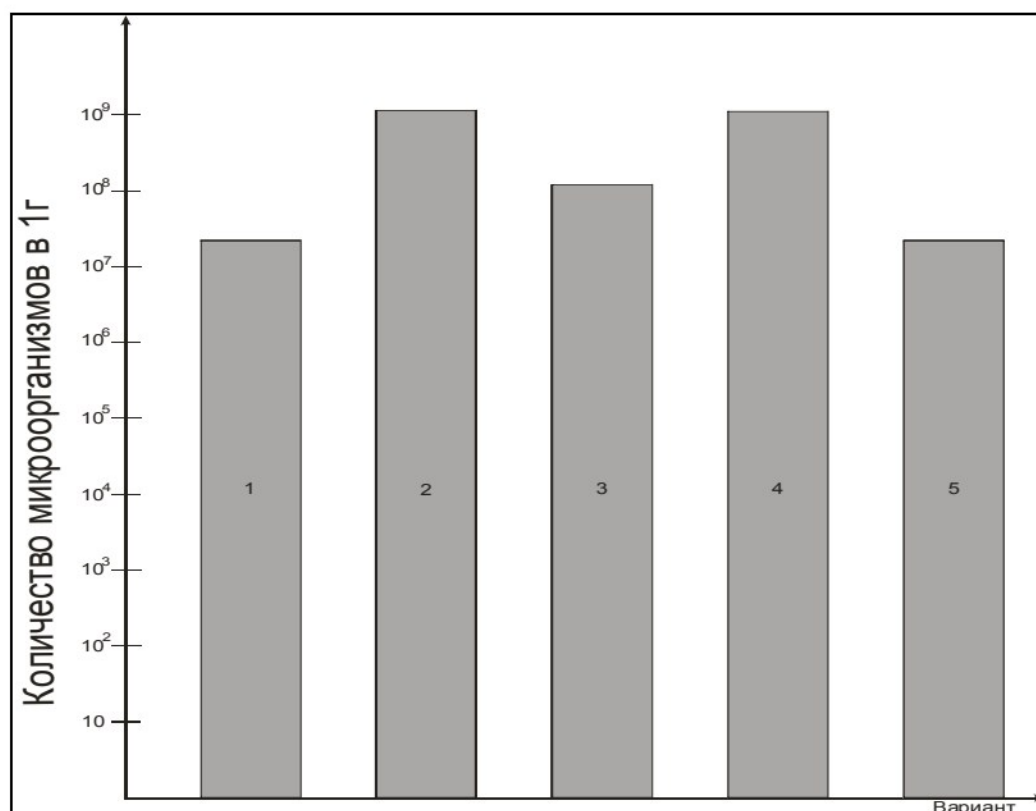


Рис. 1. Численность микроорганизмов в разных видах биогумуса

Оптимальное соотношение исходных компонентов для получения биогумуса – 2,5:1 – 2:1 (2 или 2,5 части ОСВ и 1 часть растительных остатков).

Изучена возможность применения полученного биогумуса при выращивании кукурузы, томатов и картофеля.

В табл.1 и 2 приводится характеристика прироста кукурузы и урожая картофеля, выращенных с применением биогумуса. Общий урожай кукурузы с экспериментального участка составил 52 початка, с контрольного – 31 початок.

Прибавка урожая картофеля составила 18,8%. При этом количество клубней в кусте в опытных вариантах и контрольных не отличалась, а увеличивались масса и размеры клубней.

Полученный биогумус обогащен микрофлорой, подвижными формами питательных элементов, органическим веществом, имеет рыхлую структуру и пригоден для внесения в почву.

Нами изучается возможность использования

вермикультуры (дождевых червей) в процессе получения биогумуса.

Трансформация ОСВ в биогумус путем вермикомпостирования снижает его фитотоксичность, кроме того, черви препятствуют развитию патогенных организмов.

Проведена оценка рентабельности производства биогумуса из ОСВ с использованием вермикультуры в расчете на 100 тыс. т осадка (рис. 2, табл. 3).

Производство биогумуса на основе ОСВ с использованием вермикультуры перспективно и высоко рентабельно.

Таким образом, разработанная технология позволит получать из низко активного в плане удобрения сырья и различных отходов качественное удобрение – биогумус, применение которого позволит решить проблемы повышения плодородия рекультивируемых земель в Кузбассе.

Таблица 1

Сравнительная характеристика прироста кукурузы с применением биогумуса

Тип культуры	Высота рассады перед высадкой в грунт, см		Промежуточный замер высоты растений, см		Прирост урожая, %
	с биогумусом	без биогумуса	с биогумусом	без биогумуса	
кукуруза	$46,5 \pm 3,03$	$34,4 \pm 2,94$	$114,9 \pm 5,98$	$94,0 \pm 4,66$	67,7

Таблица 2

Сравнительная характеристика урожая картофеля с применением биогумуса

Вариант	Общая масса клубней с одного куста, кг	Количество клубней в одном кусте, штук	Средняя масса одного клубня, г
Контроль	$2,33 \pm 0,49$	$18,5 \pm 4,95$	$123,83 \pm 54,64$
Опыт	$2,87 \pm 0,61$	$19 \pm 4,58$	$199,27 \pm 62,65$

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

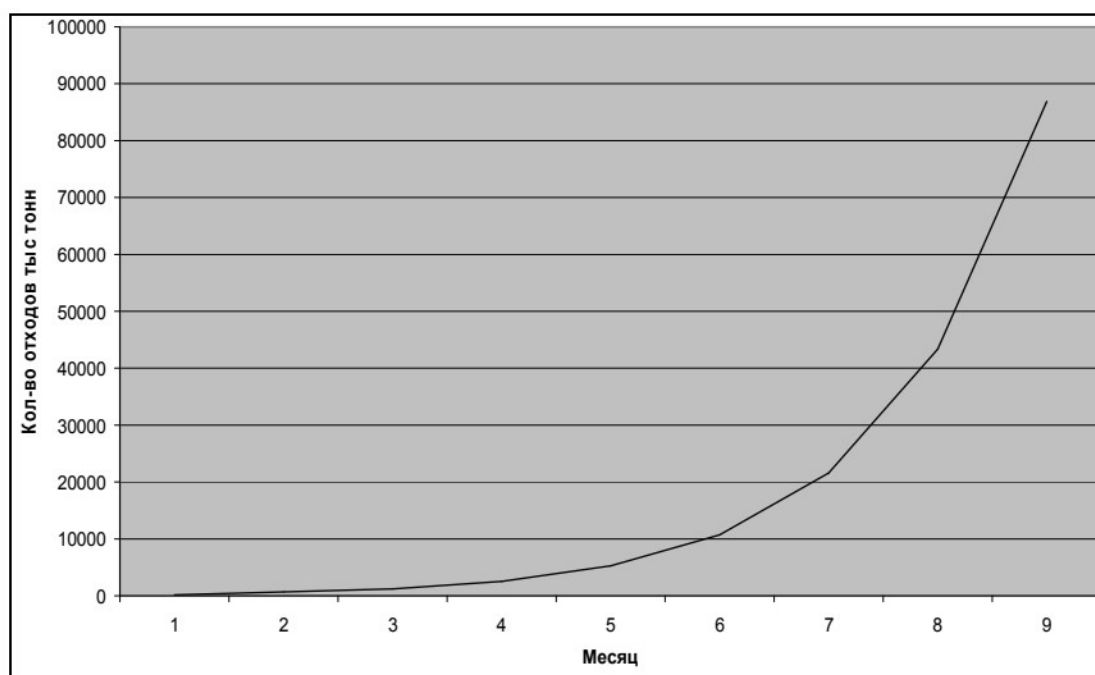


Рис. 2. Кривая роста переработки отходов

Таблица 3

Соотношение расходов и доходов при производстве биогумуса из ОСВ с использованием вермикультуры

Вид деятельности		Сумма, руб.
Расходы	1. заключение договора с научно-исследовательской организацией	500 000
	2. закупка червей, устройство маточника	300 000
	3. оплата труда работников (в расчете на 9 мес.)	200 000
Доходы	1. от продажи биогумуса (расчет на 100 тыс. т.: из 100 тыс. т ОСВ получится 70 тыс. т биогумуса, при цене биогумуса 500 руб. за 1 т)	35 000 000
	2. от продажи червей (при расчете, что 1 червь – 5 коп., всего 511 млн. червей)	25 000 000
Чистый доход		59 000 000

Литература

1. Баранник, Л. П. Рекомендации по лесной рекультивации нарушенных угледобычей земель Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири – Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2005. – Вып. 1. – С. 124 – 145.
2. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136 ФЗ.
3. Куприянов, А. Н. Некоммерческий Фонд рекультивации для Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2006. – Вып. 2. – С. 6.
4. Постановление Правительства РФ «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» от 23.02.1994 г. №140.

5. Проект рекультивации нарушенных земель АООТ разрез «Моховский».

6. Проект строительства участка открытых горных работ «Дунаевский» Т.2 «Охрана недр и окружающей среды» Кн. 3: Рекультивация нарушенных земель.

7. Сведения об использовании лесных участков, переданных в аренду по состоянию на 1 января 2011 г. / Сайт Департамента лесного комплекса Кемеровской области [Электронный ресурс] <http://kemles.ru/activity/use/>.

8. Федеральный закон «О государственном регулировании плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (16.07.1998 № 101-ФЗ).

Юрий Михайлович Игнатов, к.т.н., доцент, зав. каф. маркшейдерского дела, кадастра и геодезии;

Алла Юрьевна Игнатова, к.б.н., доцент, доцент каф. химической технологии твердого топлива и экологии;

Андрей Владимирович Папин, к.т.н., доцент, доцент каф. хим. технологии твердого топлива и экологии;

Дмитрий Сергеевич Корецкий студент 4 курса, специальность «Городской кадастр»

(ГОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет»)

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

О КОНФЕРЕНЦИИ «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»

Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» совместно с Российским геологическим обществом при участии Некоммерческого партнерства «Содействие развитию горной промышленности «Горное дело» и НОЧУ «ЦДО «Горное образование» с 16 по 21 мая 2011 г. в г. Кисловодске была проведена Всероссийская научно-практическая конференция «Промышленная безопасность и охрана недр». В работе конференции приняли участие более 80 человек, включая руководителей и ведущих специалистов маркшейдерских и геологических служб горно- и нефтегазодобывающих организаций, таких ОАО «СУЭК», ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Сильвинит», ООО «Самотлорнефтегаз», ООО «РН-Юганскнефтегаз» ЗАО «ЛУКОЙЛ-АИК», ОАО «РИТЭК», ОАО «Газпром ПХГ», ООО «НОВАТЭК-ТАРКОСАЛЕНЕФТЕГАЗ», ЗАО «Ванкорнефть», ЗАО «УК «Петропавловск», ОАО «Покровский рудник», ОАО «ТНК-Нягань», ООО «ТНК-Уват», ОАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» и др., а также специалисты федеральных органов исполнительной власти – Ростехнадзора, Росприроднадзора и представители научных, общественных, экспертных орга-


низаций, ведущих специализированных маркшейдерско-геодезических компаний, включая Западно-Сибирский филиал института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения РАН, ЗАО «ПРИН», ООО «Гортехпроект», ООО «Маркпроект», ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности».

В рамках конференции были проведены круглые столы на темы: «Обсуждение проекта Инструкции по оформлению горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых» и «Обсуждение проекта Инструкции по согласованию годовых планов развития горных работ».

На конференции были вручены награды Ростехнадзора, Минэнерго России, грамоты Союза маркшейдеров России и Российского геологического общества, а также членские билеты и знаки Союза маркшейдеров России. В конференции приняли участие слушатели курсов повышения квалификации по ведущим горным специальностям.

По результатам работы участниками конференции было принято решение.

Утверждаю
Президент Российского
геологического общества
В.П. Орлов
« 06 » июня 2011 г.



Утверждаю
Президент
Союз маркшейдеров России
В.С. Зимич
« 06 » июня 2011 г.



РЕШЕНИЕ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИИ И ОХРАНА НЕДР»

20.05.2011

г. Кисловодск

1. Одобрить проводимую Общероссийской общественной организацией «Союз маркшейдеров России» и Российским геологическим обществом работу по консолидации геологической и маркшейдерской общественности на решение актуальных проблем в области промышленной безопасности при недропользовании и охраны недр.

2. Одобрить деятельность НП «СРГП «Горное дело» по реализации Межотраслевой научно-технической программы «Рациональное и безопасное недропользование» для решения актуальных проблем недропользования.

3. Рекомендовать руководству горно- и нефтегазодобывающих организаций:

– предусмотреть в планах работ на 2012 г. участие в мероприятиях по реализации Межотраслевой научно-технической программы «Рациональное и безопасное недропользование», предусмотрев первоочередную разработку отраслевых правил безопасности, документов и отраслевых требований к проектированию, Ин-

ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИЙ

струкции по производству маркшейдерских работ;

- подготовить предложения по дополнению Межотраслевой научно-технической программы «Рациональное и безопасное недропользование» реализуемыми организациями мероприятиями для координации работ и повышения их эффективности;
- принять участие в создании саморегулируемой проектной организации горного профиля;
- принять участие в реализации социально значимых благотворительных программ «Историческая литература – молодежи», «Горная литература – горным вузам» в целях создания благоприятного общественного климата для развития горного дела, формирования положительного, социально ответственного образа горных компаний.

4. Рекомендовать Минприроды России включить в план нормотворческой деятельности на 2011 год разработку административных регламентов по регистрации горноотводной документации в качестве приложений к лицензии на пользование недрами и рассмотрения в ГКЗ материалов, обосновывающих нецелесообразность отнесения запасов полезных ископаемых к самостоятельным объектам лицензирования при уточнении границ горных отводов.

5. Предложить Ростехнадзору учесть специфику добычи подземных минеральных вод при разработке нормативных правовых актов по оформлению уточненных границ горных отводов.

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

- организационно-техническую поддержку деятельности кафедр геологии и маркшейдерского дела, иных инженерных кафедр горных вузов, включая их оснащение новейшими приборами и оборудованием, технической литературой, организацию производственных практик студентов, привлечение к выполнению хозяйственных работ;
- подписку предприятий-недропользователей на профессиональные издания - «Маркшейдерский вестник», «Маркшейдерия и недропользование», «Разведка и охрана недр», «Безопасность труда в промышленности» - для обсуждения актуальных геологических и маркшейдерских проблем, доведения до специалистов сведений о новых технологиях, приборах и инструментах;
- моральное поощрение специалистов, внесших значительный 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.

7. Поручить НП «СРГП «Горное дело» включить в Межотраслевую научно-техническую программу «Рациональное и безопасное недропользование»:

- разработку проектов постановлений Правительства Российской Федерации по вопросам уточнения границ горного отвода и планирования горных работ.

8. 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.

Уважаемые коллеги!

Напоминаем Вам, что продолжается прием заявок на участие в работе Всероссийской конференции «Рациональное и безопасное недропользование», которая состоится 26 сентября - 01 октября 2011г. в г.Анапа, и Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии в горном деле, геологическом и маркшейдерско-геодезическом обеспечении горных работ», которая будет проходить 24 октября – 29 октября 2011г. в г.Москве. Организаторами традиционно выступают Общероссийская общественная организация «Союз маркшейдеров России»; Российское геологическое общество (РосГео); НОЧУ «ЦДО «Горное образование».

Получить информацию об условиях участия, программах и докладчиках, а также о дополнительных мероприятиях можно на сайте www.mwork.su, по тел.: (495) 641-00-45; (499) 263-15-55 или e-mail: smr@mwork.su ; gorobr@inbox.ru.

Редакция «МВ»

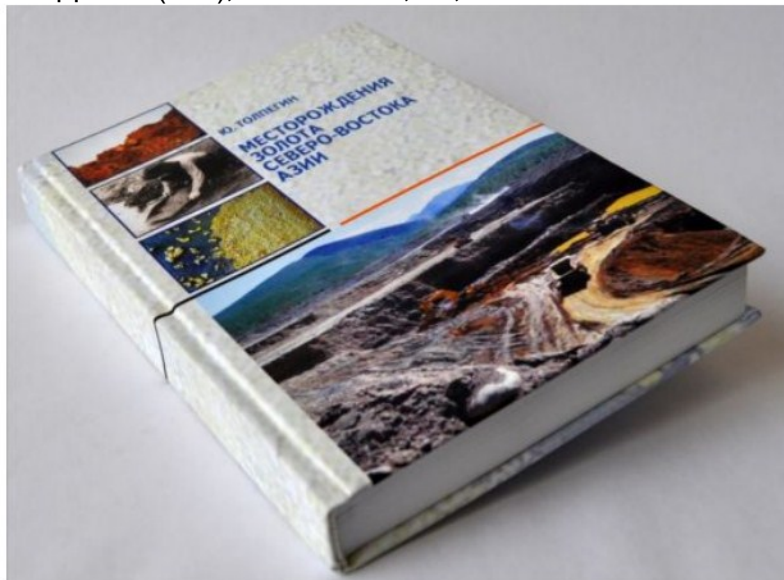
ИНФОРМАЦИЯ

ПРЕДСТАВЛЯЕМ НОВОЕ ИЗДАНИЕ

Ю.ТОЛПЕГИН

«МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ»

УДК 622(091), ББК 33.333, М., 2011. – С. 360. – ISBN 5-93520-071-6.



В книге рассмотрены закономерности образования месторождений золота в различных геологических условиях Северо-востока Азии. Выделены их геолого-промышленные типы. Обоснован новый подход к прогнозной оценке, основанной на принципе исключительности, когда характеристика объекта определяется информативностью признаков. Доказана необходимость в системности геолого-экономической оценки минерально-сырьевой базы в золотодобывающей промышленности. Разработана модель проведения поисково-разведочных работ, обеспечивающая эффективность реализации оценочной идеи за счет последовательного накопления и использования эмпирических данных при постоянных контрольных операциях. Осуществлено геолого-экономическое районирование территории с целью создания благоприятных условий развития инфраструктур. Разработаны алгоритмы применительно к технико-экономической оценке объектов.

Книга предназначена для геологов, горняков, экономистов и студентов вузов.

Автор - известный геолог, публицист, почетный полярник, доктор геолого-минералогических наук, первооткрыватель ряда месторождений золота.

Д.С.Львов

ОТЗЫВ

НА МОНОГРАФИЮ Ю.Г.ТОЛПЕГИНА

«МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ»

Автор собрал и проанализировал большой фактический материал, который позволил глубоко оценить состояние минерально-сырьевой базы золотодобывающей промышленности и разработать ряд новых научно-методических положений по её развитию и укреплению.

Обширные исследования, проведенные автором на стыке геологии, горного дела и экономики, заслуживают поддержки и развития.

Месторождения золота являются составной частью минерально-сырьевой базы нашей страны, и социально-экономические основы их оценки определяются положениями экономической науки, действующей в системе прогрессивного общества. Вместе с тем, как убедительно показал автор, для месторождений золота, в отличие от других малододефицитных полезных ископаемых, необходимо применять дополнительные, так называемые «льготные» факторы оценки. Это связано со спецификой металла и товара «золото», отсутствием ограничений потребности производимой продукции золотодобывающей промышленности, особенностями структуры минерально-сырьевой базы предприятий Северо-Востока, неуклонным ростом стоимости единицы металла на международном рынке.

Дефицитность месторождений золота автором выражена новым подходом к определению эффективности геологоразведочных работ. Как показывает фактический материал, в настоящее время организация геологоразведочных работ носит случайный характер. Анализируя действующую систему поисков и разведки месторождений золота, автор показывает её слабую эффективность. Основное её содержание заключается в реализации идеи определённого отбора объектов, которые могут представить промышленный интерес, причем с минимальными затратами (но допустимый минимум не фиксируется). В реализации стадий и подстадий, несмотря на их простоту, всегда проявляется не-

конкретность и неопределенность, не предусматриваются контрольные операции по оценке геологических действий. Слабо используется для определения конечного результата косвенные поисково-оценочные признаки, что приводит к выявлению ординарных объектов. Автор показал, что прирост запасов, как не парадоксально, не отражает народнохозяйственное значение геологоразведочных работ, не нацеливает на выявление ценного объекта, не определяет его дефицитность в конкретных горно-геологических и географических условиях. Прирост запасов высоких категорий геологические организации получают за счет проведения детальной разведки, объемы которой составляют 30-50% от общих объемов капитальных вложений на геологоразведочные работы. Детальная разведка, выполняемая геологическими организациями «связывает» их, не способствуют широкому развитию поисков и выявлению большего количества новых эффективных объектов. Автор убедительно обосновывает новую схему проведения поисков и разведки месторождений золота, отличающуюся от старой использованием на всех этапах математических методов и компьютеризации, с систематическим накоплением эмпирических данных в целях последующей оптимизации действий. Реализуются условия прекращения геологоразведочных работ с учетом стратегических целей с проведением системной экономической оценки месторождений.

Автор работы считает, что критериями эффективности геологоразведочных работ должен быть не прирост запасов высоких категорий, а новый промышленный объект, причем детальную разведку осуществляет исключительно добывающая организация. Это является основой последовательного улучшения качества минерально-сырьевой базы и снижение степени риска при эксплуатации. Автор разработал и обосновал алгоритм локального прогноза, основанный на аппроксимации аномальных участков по ком-

плексу прямых и косвенных признаков, причем достоверность определения запасов увеличивается с каждым приближением в результате подбора информативной подсовкупности свойств. Алгоритм апробирован на промышленных типах месторождений, а результаты прогнозов подтверждены эксплуатационными работами (месторождение реки Рывеем).

Для реализации системы отбора объектов для эксплуатации автор разработал алгоритм конкурентоспособности, положив в его основу идею ранжирования месторождений по показателю удельного эффекта, что является недостаточным. Этот показатель должен быть «доукомплектован» объемными характеристиками рассматриваемых вариантов. По моему мнению, вопрос выбора очередного месторождения для ввода в эксплуатацию связан с разработкой понятия замыкающих затрат (пограничным между затратами на худших эксплуатируемых и лучших, ожидаемых своей очереди, объектах), было бы необоснованным вводить вместо них месторождения с еще большим уровнем затрат, т.е. для рассматриваемого времени замыкающие затраты являются предельно допустимыми для народного хозяйства. Разница затрат между предельными и индивидуальными образует тот чистый эффект, который приносит народному хозяйству оцениваемое месторождение. Не трудно убедиться, что запасы с затратами на уровне замыкающих получают нулевую оценку, приносимый им дифференциальный рентный доход равен нулю, что отражает тот факт - их потеря может быть компенсирована вводом других запасов с тем же уровнем затрат на добычу. Следует помнить, что затраты, связанные с обнаружением, разведкой и эксплуатацией природных ресурсов рассредоточены на длительный период времени, в течение которого происходят заметные изменения тарифно-ценностных условий, технического уровня производства. Величина эффекта должна рассматриваться за достаточно длительный период оценки с учетом динамики процессов.

Установление оптимальных соотношений между добычей и разведанными запасами является важной геолого-экономической задачей. В настоящее время не существует общепринятой методики определения норм обеспеченности добычи запасами, но считается, что обеспеченность должна быть высокой. Автор доказал несостоятельность такой точки зрения и определил оптимальное соотношение между разведанными запасами высоких категорий для разных промышленных типов месторождений и объемами добычи с учетом не только затрат на поисково-разведочные работы и эксплуатацию, но и расходов, связанных с длительностью «консервации» объектов, т.е. с замораживанием капитальных вложений. Как показано автором, со значительным усилением дифференциации затрат золотодобывающей отрасли на Северо-Востоке создались условия для устойчивой убыточности предприятий, особенности работы которых обусловлены неравномерностью экономии живого и прошлого труда в силу локального деконцентрированного производства, часто неэффективным использованием новой техники на объектах, расположенных в различных географических и горно-геологических условиях, сезонностью добычи большей части металла, преобладанием мелкосерийного ремонтно-машиностроительного производства.

Основные показатели, определяющие себестоимость добычи разведки, качество полезного ископаемого приняты автором исходя из тенденции их изменения за 15-летний период. Производительность труда в расчетных кондициях рассматривалась в качестве основного синтетического показателя, характеризующего условия работы разных землеройно-транспортных комплексов в конкретных горно-геологических условиях. В связи с внедрением прогрессивных технологических схем и современного мощного оборудования предусмотрен рост производительности на всех

видах горно-геологических работ. На крупных объектах производительность труда растет быстрее, а также высвобождается численность трудящихся. Это связано с дополнительным эффектом капитальных вложений, которые являются в результате длительного освоения запасов в условиях развитой инфраструктуры. Кроме того, концентрация объектов способствует более высокой степени специализации, что предопределяет снижение эксплуатационных затрат. Разработка механизма расчетных кондиций и их внедрения в условиях регионального экономического развития является важным и необходимым мероприятием, направленным на создание условий для нормальной и эффективной работы ранее убыточных предприятий.

Методология экономической оценки минеральных ресурсов основывается на понятии народно-хозяйственного эффекта, приносимого в результате их использования, или ущерба, причиняемого в результате объектов. Недостатком работы является недооценка методов, связанных с анализом последствий, когда месторождение будет потеряно или недоиспользовано. В общем, характер этих последствий определяется возникающей необходимостью в компенсации выбывающих запасов вводом новых. Теория эффективности предполагает первоначальное осуществление процедуры приведения к сопоставимому виду по объему и срокам выпускаемой продукции. В традиционных задачах эффективности производства компенсирующие затраты обычно снижаются со временем в следствии технического прогресса. В задачах экономической оценки запасов полезных ископаемых компенсирующие затраты с течением времени не снижаются, а растут в силу отработки лучших месторождений. Поэтому и возникает острая необходимость в исследовании процедуры компенсации - выявлении возникающих структурных сдвигов в золотодобывающей промышленности, в разработке эффективных мероприятий по решению оптимизационных задач сохранения объемов в золотодобычи.

Автор показал, что в условиях Северо-Востока комплексирование производства на базе сложившихся и развивающихся производственно-социальных инфраструктур позволяет осуществить более полную реализацию резервов минерально-сырьевых ресурсов и эффективное использование созданных производственных фондов. Следует отметить, что создание и развитие в Северо-Восточном регионе страны специфических территориально-промышленных комплексов и горно-промышленных районов потребует крупных капитальных вложений, и для определения объемов таксономических единиц, этапности формирования и укрепления автору нужно было осуществить более существенное обоснование и расчеты. Для многих предприятий золотодобывающей промышленности существует настоятельная необходимость их реконструкции, а на её выполнение потребуются дополнительные капитальные затраты, материальные и трудовые ресурсы. Эти факторы и несомненная экономическая выгода при эксплуатации крупных месторождений обуславливают при размещении и развитии горных предприятий требования максимальной концентрации производства. Автор в своих исследованиях обращает на это особое внимание. Вместе с тем концентрация производства способствует более высокой степени специализации горного оборудования, снижению текущих затрат. Автор указывает, что для горных предприятий в равной мере эффективны мероприятия по снижению как материалоёмких, так и трудоёмких затрат.

Достоверность исследований доказывается большим объемом использованного фактического материала, широким обобщением и анализом геологоразведочных и горных работ, апробацией и внедрением результатов исследований на предприятиях.

Д.С.Львов, академик РАН, д-р экон.наук, профессор

ИНФОРМАЦИЯ

8-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ «ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ НЕДР В XXI ВЕКЕ ГЛАЗАМИ МОЛОДЫХ»

Уважаемые коллеги!

Приглашаем Вас принять участие в 8-й Международной научной школе молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых».

Школа проводится 14-18 ноября 2011 г. в Институте проблем комплексного освоения недр РАН.

Основные направления работы школы:

- геология месторождений твердых полезных ископаемых;
- проблемы геомеханики и разрушения горных пород;
- совершенствование техники и технологии освоения месторождений полезных ископаемых;
- аэрогазопылединамика;
- обогащение полезных ископаемых;
- управление производством, экономические и социальные проблемы освоения недр;
- техника безопасности и охрана окружающей среды.

Работа школы предусматривается на пленарных и секционных заседаниях со стендовыми докладами с широким обменом мнениями, научным и производственным опытом. Материалы школы будут опубликованы в виде сборника докладов до начала ее проведения.

Авторам заявленных докладов необходимо выслать **до 1 октября 2011 года** в адрес оргкомитета текст доклада по электронной почте. Основанием для прибытия будет приглашение оргкомитета.

Адрес: 111020, г. Москва, Крюковский тупик, 4.

Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук (УРАН ИПКОН РАН).

Контактные телефоны:

(495)360-76-25 – Милетенко Наталья Александровна,

E-mail: nmilet@mail.ru

Факс: (495) 360-89-60.

Сайт: www.ipkonran.ru

Требования к оформлению докладов

Статья должна быть подписана автором и научным руководителем.

УДК

Название – **ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ**
(шрифт полужирный, по центру, кегль 10)

Авторы – **Фамилия И.О.**

(шрифт полужирный, по центру, кегль 10)

Полное название организации с указанием ведомственной принадлежности (по центру, кегль 10, курсив)

Текст выровнен по ширине; интервал одинарный; абзацный отступ – 0,63 см. Рисунки и формулы должны быть вставлены в текст как объекты. Список литературы – кегль 9,5; подписи к рисункам – шрифт полужирный, кегль 10. Текст отделен от шапки пустой строкой. Объем текста не более 3-х страниц. Текст должен быть набран в редакторе Microsoft Word 97-2003, формат листа – А5, шрифт **Times New Roman**, кегль – 10, символы – шрифт **Symbol**, поля 15 мм со всех сторон.

Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы, присланные позже указанного срока, не соответствующие требованиям и не представляющие научного интереса.

Регистрационная форма на участие в работе 8-й Международной научной школы молодых ученых и специалистов (обязательна к заполнению)

Фамилия, имя, отчество, год рождения	
Ученое звание, степень	
Должность	
Полное и сокращенное название организации	
Адрес	
Телефон	
Факс	
Электронный адрес	
Название доклада и секции	

Подпись _____

ВАКАНСИИ ФГУП «ГИПРОЦВЕТМЕТ»

Горный инженер-электрик. Требования: профильное высшее образование; опыт работы в проектировании; знание ПУЭ, СП, СНиП и т.п.; пользователь PC (AutoCAD, MS Office).

Обязанности: проектирование систем автоматизации промышленных предприятий: объекты гидрометаллургии, высокотемпературные технологии, подъемные машины, подземные вентиляторные установки, карьерный водоотлив, проектирование наружных и внутренних систем телефонии, пожарной сигнализации, оповещения о пожаре; для подземных объектов: телефония, СЦБ, стволовая сигнализация.

Электроснабжение (ЭС, ЭП); Силовое электрооборудование (ЭМ); Электроосвещение (ЭО, ЭН).

Обязанности: проектирование электроснабжения промышленных предприятий, трансформаторные подстанции, силовое электрооборудование, воздушные линии 0,4-35 кВ, внутреннее и наружное электроосвещение, молниезащита, внутри- и внеплощадочные кабельные сети и т.д.

Инженер-проектировщик ВК и ВС.

Требования: профильное высшее образование; опыт рабо-

ты по данной специальности в проектной организации от 5 лет; владение ПК, знание программ MS Office, Autocad.

Обязанности: проектирование систем вентиляции и кондиционирования, газо- и теплоснабжения - проектирование котельных установок, ТЭЦ, ТЭС; водоснабжения и водоотведения.

Главный специалист – геолог. Требования: опыт работы по составлению и согласованию в ГКЗ ТЭО кондиций, с подсчетом запасов по месторождениям твердых полезных ископаемых; знание и понимание проведения полного комплекса геологоразведочных и горно-эксплуатационных работ, навыки руководства группой, знание программ MS Office, Autocad.

Обязанности: разработка ТЭО кондиций; подсчет запасов металлического сырья, составление отчетов.

Инженер-геолог. Требования: владение программой AUTOCAD; опыт работы от 3 лет.

Горный инженер-проектировщик (открытые горные работы).

Оклад и должность определяются по результатам собеседования.

**Обращаться в отдел кадров ФГУП «Гипроцветмет», тел. (495) 660-92-00 доб. 4-08,
e-mail: office@giproctm.ru**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ,
ПРОЕКТНЫЙ И КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОГО ДЕЛА И МЕТАЛЛУРГИИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ»



ГИПРОЦВЕТМЕТ

ПРЕДЛАГАЕМ СВОИ УСЛУГИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННИКАМ И НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВИКАМ!
МЫ ПРОЕКТИРУЕМ И УЧАСТВУЕМ В ОСВОЕНИИ ОБЪЕКТОВ

В ОБЛАСТИ ГОРНОГО ДЕЛА:

Подземные горно-обогатительные комплексы

Подъемно-транспортные комплексы подземных рудников

Оснащение шахтных стволов для спуска-подъема по ним тяжелого крупногабаритного оборудования (без разборки)

Защита рудников от затопления

Технология подземной разработки рудных тел на базе монорельсового оборудования

Технология непрерывной доставки руды от забоя на поверхность

Комбинированная крепь и ее возведение на основе использования металлических и деревянных стержней

Конденсаторный взрывной прибор для инициирования электродетонаторов нормальной и пониженной чувствительности в условиях повышенной опасности блуждающих токов

Безопасная технология разработки крутопадающих рудных залежей

Подземные базисные склады взрывчатых материалов

В ОБЛАСТИ ОБОГАЩЕНИЯ:

Бесцианидная технология обогащения полиметаллических руд

Установка по флотационному обогащению медных шлаков металлургических переделов

Фабрика по переработке сульфидных золотосодержащих руд

В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛУРГИИ:

Технология факельно-барботажной плавки – прогрессивная технология автогенной плавки сульфидных концентратов

Автоматизированные цеха по электролизу меди, производству медной катанки и проволоки

Фьюмингование шлаков с использованием природного газа и испарительного охлаждения печи

Молибденовые и ренийевые производства

Процесс плавки Ванюкова - новая технология автогенной плавки сульфидных руд и концентратов

Современная автогенная технология выплавки свинца КИВЦЭТ-ЦС

Медеплавильное производство по экологически безопасной и энергосберегающей технологии кислородно-факельной плавки (КФП)

Установка по кучному выщелачиванию окисленных и сульфидных забалансовых медных руд

В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ:

Комплексы безотходной технологии по сортировке, переработке и утилизации твердых бытовых и промышленных отходов с использованием технологии плавки их в печах Ванюкова

Электротермическая плавка аккумуляторного лома, соответствующая экологическим требованиям

Наш адрес для справок и заключения договоров:

ФГУП «Гипроцветмет» 129515 г.Москва, ул.Академика Королева, 13, а/я 51
тел.:(495)660-92-00, факс (495)616-95-55, e-mail:office@giprocm.ru, www.giprocm.ru