

Гусейнов Н.Г.

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23*

**Мониторинг клещевой ситуации в окрестностях города и территориях
муниципального образования Муром. Ущербность и возможный риск для человека.**

Иксодовый (пастбищный) клещ на территории нашей страны широко распространен повсеместно, что обусловлено климатогеографическими условиями. Причиняет огромный вред организму крупного рогатого скота, как активные кровососы и биологические переносчики возбудителей инфекционных и инвазионных болезней. По данным Д.Н. Засухина, 1933; Н.А. Маркова, Д.К.Полякова, 1954; У.Я Узанов, 1972; Э.Б. Кербабаева, Л.Н. Скосырских, 1988 г. и др. в активные периоды нападения клещей животные не только теряют значительное количество крови, но и снижают молочную (12-17%) и мясную продуктивность на (18-20%), а также качество кожаного сырья (12%).

Кроме того, во время сосания крови клещи активно воспринимают возбудителей многих инвазионных (пироплазмидозы) и инфекционных (анаплазмоз, бруцеллез, туляремия, крымской геморрагической лихорадки, боррелиозов, клещевого энцефалита, болезни Лайма, гепатита и др.) болезней, а при очередном нападении в разных фазах своего развития транслируют их здоровым животным и человеку (С.К. Бейнарович, 1907; З.М. Берданская, 1933; Н.И. Агринский, 1935; И.Г. Галузо, 1947; Т.А. Мотрич, 1955г; А. Семенов и соавт., 1999). Вызывает как минимум аллергическую реакцию организма.

Распространения клещей более подробно изучали с 20 апреля по 10 июля 2015г. на окраинах г.Муром Владимирской области и в ближайших сельских поселениях, расположенных в южном направлении. Интенсивность и экстенсивность заклещеванности животных определяли на коровах в частном секторе свободно, бесконтрольно пасущихся небольшими группами, или на привязи на задах, на окраинах сельских поселений, по декадам путем визуального осмотра и ощупывания животных в области затылка, у основания рогов, корня ушей, на холке, подгрудке, крупе вымени и паха. Параллельно изучали клещевую ситуацию прогуливаясь с собачкой «Чапа» по наиболее УИК-ЭНД привлекательным территориям городского поселения Муром. Первичное появление клещей определяли путем ежедневных исследований коров с момента выгона на пастбище (12.05.15) и начало прогулок с собачкой (20.04.15). В последующем устанавливали пик и спад инвазии за период исследований. Исследовано 67 голов коров, 1 собачка. Проведено всего исследований 2060. За время исследований было собранно и зафиксировано в 70% растворе спирта 230 клещей (всего). Их идентифицировали по роду и виду по таблице-ключу «Разработка кафедры паразитологии и инвазионных болезней животных МГАВМиБ» (А.В. Марков, В.И. Потемкин, Г.С. Дзасохов и др. 1948-1970г.), а также по «Атласу паразитов крови животных и клещей иксодид» (В.Ф. Капустин, 1955г.) и «Определителю клещей (сем.Ixodidae) СССР и сопредельных стран (Б.И. Померанцев, 1946г.)». Пол и стадии развития клещей выявляли по морфологическим признакам согласно таблице-ключу, сытость - путем измерения линейкой и взвешивания каждой особи на аналитических весах. В исследованиях также использовали бинокулярную лупу МБС-9 с увеличением от 6 до 42.

Для выявления эколого-фенологических особенностей клещей пользовались метеорологическими данными города и изучали ландшафтно-географическое расположение исследуемых территорий.

Камеральная обработка клещей, собранных на собачке и коровах в частном секторе исследуемых территориях области, показала, что в условиях окраины г.Муром, Муромский (южное направление) и Меленковский районов обитают 3 вида иксодид: *Dermacentor pictus*, *Ixodes ricinus* и *Dermacentor marginatus*. Причем степень заклещеванности коров была выше в населенных пунктах – Войново, Илькино, Двойново, Милино. Следует отметить, что первичные фактические сроки паразитирования клещей в исследуемых территориях со слов жителей начинается гораздо раньше, чем их обнаруживают на животных, так *d.pictus* мы обнаружили на собачке в конце марта, а на коровах в первой декаде мая. Вероятно, обнаружение клещей на коровах в более поздние сроки связано с их выгоном на пастбище –

Секция 19. Туризм: проблемы и перспективы развития

это, как правило, начало мая. Отсюда следует, что основным провоцирующим фактором, активизирующим клещей весной, является значение температуры окружающей среды (третья декада марта 2015г., когда мы сделали первый сбор клещей на собаке, средняя температура была 5,5 градусов). С учетом первичных сроков нападения клещей на собак, кошек, можно предположить, что пастбищный клещ весной в Муроме окончательно активизируется при температуре окружающей среды около 6-10 градусов (конец апреля - начало мая). Кратковременное повышение температуры ранней весной на солнечной стороне построек, углублений в земле, хорошо прогреваемых солнцем открытых лесных полянах, крупных деревьев и т.д. может также активизировать клещей при еще низкой температуре окружающей среды (в нашем случае, около 3-5с), что может способствовать их нападению на случайных животных и людей, оказавшихся в нужном месте, в нужное время. Однако, подобного рода случаи не носят массового характера и широкого распространения и не имеют практического значения. Но иметь это в виду надо при планировании УИК-ЭНДов. Пик заклещеванности коров приходился на период с 15 мая по 5 июня 2015 года, из 60 обследованных коров у 40-45 голов находили клещей от трех до 5-7 экземпляров ежедневно, т.е. (ЭИ) экстенсивность коров составил 70-75% при (ИИ) интенсификации 3-5-7 экземпляров клещей. Причем особо надо отметить, что на окраинах г.Муром и поселениях Муниципального образования Муромский район в основном обнаруживали клещей *Dermacentor pictus*, два других вида иксодид, указанных выше, обнаруживали на исследованных территориях сельских и городских поселений, находящихся южнее от Мурома.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что пастбищный клещ имеет широкое распространение с высокой экстенс- и интенс- инвазивностью коров в весенне-летний период и могут быть причиной массовых распространений заболеваний, переносчиками которых они являются. Человек также может быть объектом случайных нападений иксодид, оказавшись в нужное время в нужном месте, к сожалению, вопрос защиты от этих паразитов еще ждет решения.

Литература

1. Капустин В.Ф. Атлас паразитов крови животных и клещей иксодид. – М., 1955г.
2. Марков А.В., Потемкин В.И., Дзасохов Г.С. и др. Разработка кафедры паразитологии и инвазионных болезней животных МГАВМиБ. – М., 1970г.
3. Померанцев Б.И. Определитель клещей (сем. Ixodidae) СССР и сопредельных стран. – М., 1946г.

Н.В. Дорофеев
 Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
 602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: itpu@Mivlgu.ru

Метод информационной обработки распределенных параметров прогнозной функции

Неотъемлемой частью прогноза образования карстовых провалов является оценка карстоопасности местности, которая подразумевает возможность соотнесения конкретной местности с выявленными ранее категориями карстоопасности. Эти параметры играют значительную роль в получении прогнозной оценки динамики геологической среды. Исходя из существующих категорий карстоопасности, несколько десятков лет назад были составлены подробные карты карстовой опасности местности, однако они уже не актуальны для использования с высокой точностью и достоверностью в силу нетехнологичности методов, использованных при их составлении, и отсутствия учета временной геодинамики.

Автоматизированное получение прогнозных оценок динамики геологической структуры в режиме реального времени требует регистрации и учета таких параметров, как влажность и температура грунта. [1]

Исходя из обратной зависимости параметров температуры грунта от его влажности, значение температуры на глубине z через время t можно получить как:

$$X_z^i(z) = X_9^{\max}(x, y) \exp\left(\frac{X_1^i(d) - z}{\alpha}\right) \sin\left(\frac{2\pi}{T} + \frac{\sqrt{\pi T}(X_1^i(d) - z)}{\sqrt{\alpha}} + X_9^o(x, y)\right), \quad (1)$$

где $X_9^{\max}(x, y)$ - значение амплитуды колебаний суточной (сезонной, многолетней) температуры в точке с координатами x, y ;

T - период колебания температуры (суточный, сезонный, многолетний);

α - приведенный коэффициент теплопроводности [2];

$X_9^o(x, y)$ - фазовый момент для суточных (сезонных, многолетних) колебаний, соответствующий температуре в настоящий момент времени;

$X_1^i(d)$ - глубина сезонного оттаивания.

Получаемые по структурной схеме, изображенной на рисунке 1, прогнозные оценки, можно привязать к необходимому порогу срабатывания:

$$f(k) = \sum_i \left(\theta \left(\frac{|f(k-1) - f(i)|}{\Delta_A} - 1 \right) \cdot f(i) \right), \quad (2)$$

где $f(k)$ – текущая оценка;

θ - функция Хэвисайда;

$f(k-1)$ – предыдущая оценка;

$f(i)$ – i -я оценка в диапазоне Δ на k -м шаге;

Δ_A – порог срабатывания.

Для повышения достоверности прогнозных оценок при построении математических моделей необходимо учитывать изменения параметров геологического разреза и влияющих на него факторов не только в локальной точке, но и на большой площади. При мониторинге деформационных процессов в системе «карст – грунт – фундамент здания» соответственно учитывается геометрия здания; физико-механические свойства материалов и строительных элементов конструкции здания.

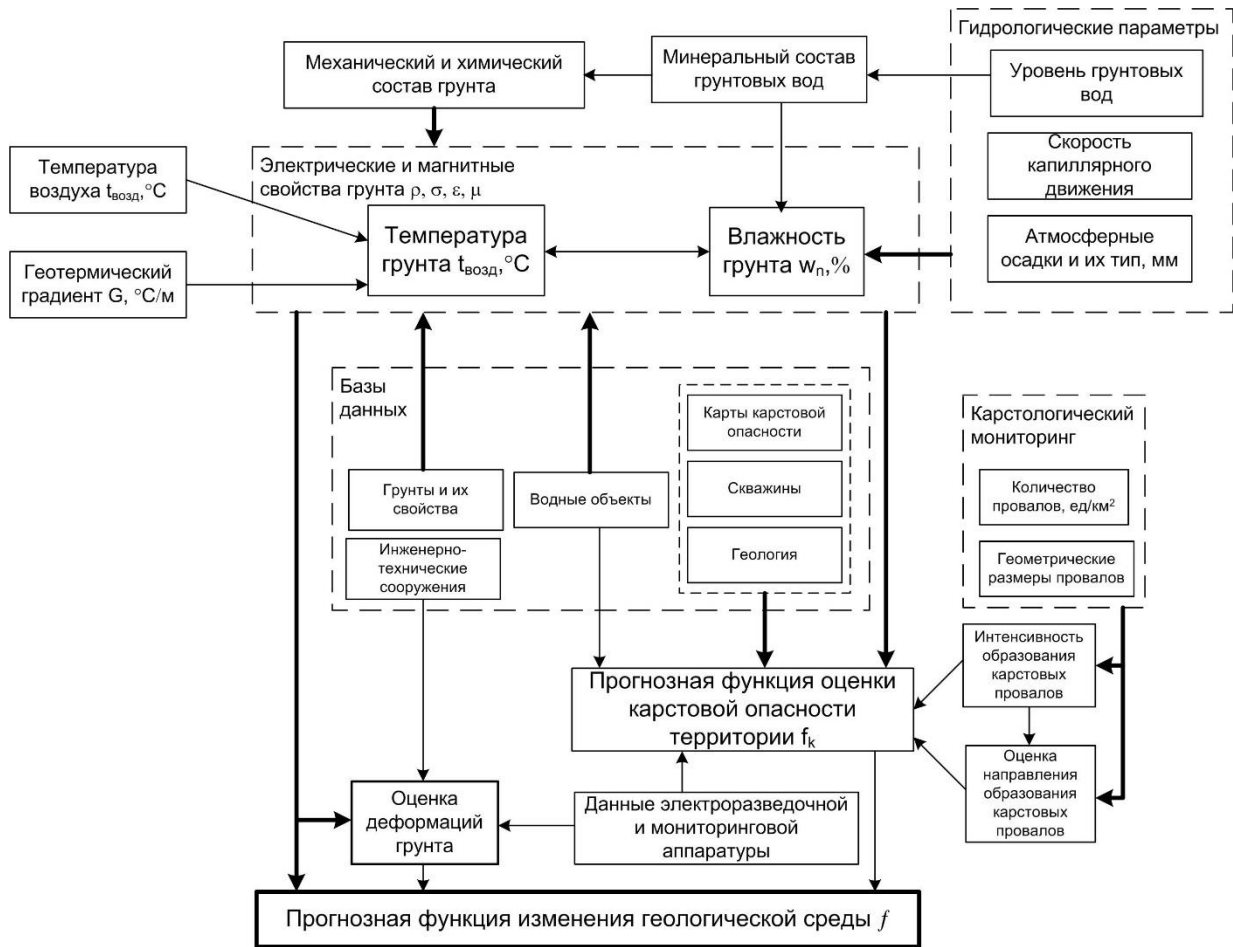


Рис. 1. Структурная схема информационной обработки распределенных параметров прогнозной функции

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации № МК-7406.2015.8

Литература

1. Дорофеев Н.В., Орехов А.А., Романов Р.В. Автоматизированный глобальный геоэкологический мониторинг на базе ГИАС / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2012. № 2. С. 26-29;
2. Кузичкин О.Р. Алгоритм формирования прогнозных геодинамических оценок при геоэлектрическом мониторинге суффозионных процессов / Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. №5. С. 50-53;
3. Соколова И.А. Методика структурирования данных для информационного моделирования геологической среды / Геопрофи, 2007, № 6, С. 14-18.

Н.В. Дорофеев
 Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
 602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: itpu@Mivlgu.ru

Прогнозная оценка деформационных процессов геологической структуры

Процесс получения достоверной прогнозной оценки деформационных процессов геологических приповерхностных и глубинных слоёв возможен только с учетом особенностей физико-механических свойств породного массива, который характеризуется анизотропией деформационных и прочностных свойств, нелинейностью упругих свойств и т.д. Очевидно, что для составления корректного прогноза деформаций грунтового массива при помощи математического моделирования используется большое количество исходных показателей, что накладывает некоторые ограничения на ее практическое применение и такая модель не является интуитивно понятной. Исходя из этого, для повышения уровня адаптации модели под решение конкретной практической задачи, целесообразным является выявление основных экзогенных факторов (климатический и гидрогеологический режим), присущих конкретной местности, влияющих на поведение грунтового массива.

Математическое моделирование нагрузочно-деформационного процесса заключается в решении начально-краевой задачи о реакции системы «грунт-карстовая полость» при воздействии на поверхность грунта внешних факторов (техногенная нагрузка, климатический режим и т.п.). При этом следует учитывать неоднородность грунтового слоя, определяющую различность его физико-механических свойств и динамику карстового образования, которая изменяет напряжённо-деформированное состояние геологического разреза.

Качественное математическое моделирование деформационных процессов и процессов карстообразования позволяет получить прогнозную функцию. Так как процессы карстообразования носят недетерминированный характер, который заключается в скрытой динамике жёстких оснований грунтовых пород, для их прогнозирования целесообразно применять вероятностно-статистическое моделирование. При этом основным параметром оценки вероятности карстовой опасности является интенсивность образования карстовых провалов, которая представляет собой математическое ожидание частоты появления провалов, отнесённое на единицу рассматриваемой площади и единицу времени [1]:

$$I = \frac{N}{S \cdot Y}, \quad (1)$$

где N – количество провалов;

S – площадь локализации учитываемых провалов;

Y – количество лет, в течение которых фиксировались провалы.

По показателям водонасыщенности грунта можно судить об уровне пористости грунтового массива, который характеризует высокую предрасположенность развития карстовых образований и провалов. Коэффициент пористости вычисляется по формуле:

$$e = \frac{(1+w)\gamma_s}{\gamma} - 1, \quad (2)$$

где γ -удельный вес грунта;

γ_s -удельный вес частиц грунта;

w - весовая влажность,

Для определения коэффициента (индекса) водонасыщенности S_r вычисляется отношение природной влажности гранта w , к влажности, при полном заполнении пустот и пор водой w_{sat} :

$$S_r = \frac{w}{w_{sat}} = \frac{w\gamma_s}{e\gamma_w}, \quad (3)$$

Значения данного коэффициента лежат в пределах от нуля (абсолютно сухой грунт) до единицы (полностью водонасыщенный грунт) [2].

Секция 19. Туризм: проблемы и перспективы развития

В результате регрессионного анализа и с учетом выражений (2) и (3) можно сказать, что процесс равномерного понижения уровня грунтовых вод ΔH в однослойной модели водонасыщенного геологического слоя толщиной h , залегающего на глубине $h_1 < h_2$, влияет на оседание S приповерхностного слоя грунта. Тогда оседание S поверхности можно вычислить по формуле:

$$S = \frac{\Delta H \cdot \gamma_w}{E} \cdot \beta(\nu) \cdot \left(\frac{h_1^2}{2} + h_1 \cdot h_2 \right), \quad (4)$$

где γ_w - удельный вес воды в грунте;

E - модуль деформации грунта, МПа;

$\beta(\nu) = 0,8$ зависит от коэффициента Пуассона (ν) (коэффициента бокового расширения);

h_2 - глубина геологического слоя, $h_2 = h - h_1$.

Поэтому для детализации и повышения степени адаптации математической модели приповерхностных процессов и качественной оценки карстообразования используется зависимость электрических и физических свойств грунтов от влажности и факторов, образующих ее, а также учитывается температурный градиент и многие другие параметры [3].

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации № МК-7406.2015.8

Литература

1. Reuter F., Tolmacev V. Bauen und Bergbau in Senkungs – und Senkungsgebieten // Eine Ingenieurgeologie des Karstes: 176 S., Berlin, 1990;
2. Мельник В.В. Обоснование геомеханических факторов для диагностики опасности карстопроявлений при недропользовании -Екатеринбург, 2010.- 189 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/442
3. Орехов А.А., Дорофеев Н.В.. Алгоритм коррекции влияния гидрологической помехи на контроль геодинамических объектов / Алгоритмы, методы и системы обработки данных: Электронный научный журнал. – Вып. 4 (22). - Муром: Муромский институт (филиал) ВлГУ, 2012 С. 74 – 78.

Организация автоматизированного геодинимического контроля с учетом гидрологического режима местности

Грунтовые воды характеризуются сравнительно низкой степенью горизонтальной подвижности, однако, динамические изменения их уровня вызывают эффект растворения грунтовых пород. В случае карстовых массивов, гидрогеологические условия также сходны с условиями присущими другим водопроницаемым породам, однако подземные воды в них находятся в более интенсивном движении. Под влияние попадают известняки, гипсы, доломиты, и т.д.

Особенности рельефа закарстованных пород определяют высокую скорость проникновения атмосферных и речных вод на глубину и создают особые черты режима карстовых вод, характеризуемые резкими колебаниями уровня, амплитуда которых зависит от глубины залегания подземных вод. Следует отметить, что карстовые воды подвержены воздействию эпизодических (сезонных) факторов гидрологического режима (паводки, ливневые осадки, снеготаяние). Совокупность влияния данных факторов предопределяет поверхностные и подземные проявления карста. Как известно, карстово-суффозионные явления носят недетерминированный характер, что приводит к неожиданному, резкому изменению формы поверхности и внутреннего строения породы (просадки, деформации) [1,2].

При численном моделировании процессов водонасыщения грунта целесообразно применять закон Дарси, который описывает линейные параметры динамики жидкости в грунтах при фильтрации жидких осадков грунтовыми породами:

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{k}{\mu} \cdot \frac{\Delta p}{L}, \quad (3)$$

где v - скорость фильтрации жидкости; Q - объемный расход; F - эффективная площадь рассматриваемого объема среды; k - коэффициент проницаемости среды; μ - динамическая вязкость жидкости; Δp - перепад давления на длине среды L .

Наиболее дифференцированным свойством карстующихся пород является их удельное электрическое сопротивление, которое тесно взаимосвязано с гидрогеологическими параметрами и на основе измерения которого можно судить о геомеханической структуре грунтового разреза [3].

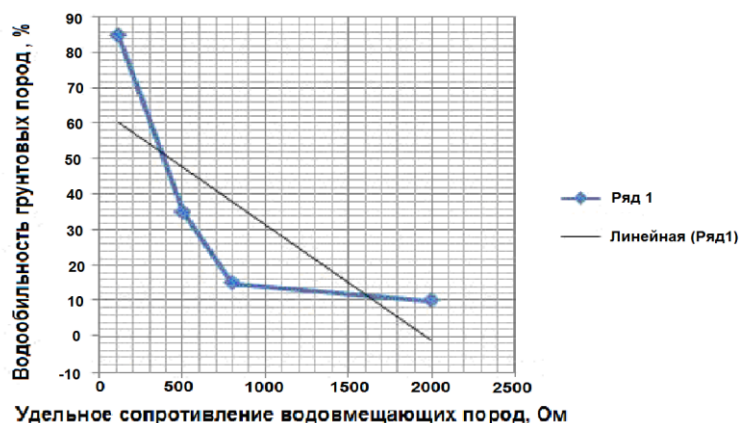


Рис. 1 – График зависимости водообильности грунтовых пород и удельным электрическим сопротивлением данной среды

Как показывает представленный график, значение водообильности грунтовых пород обратно пропорционально удельному электрическому сопротивлению.

В настоящее время для ведения мониторинга и контроля глубинных и приповерхностных карстовых процессов, изучения карстовой зональности, локализации и решения многих других

Секция 19. Туризм: проблемы и перспективы развития

задач, наиболее перспективным геофизическим методом, лежащим в основе автоматизированных систем мониторинга, является метод электрического зондирования.

Суть данного метода заключается в создании электрического поля при помощи системы точечных источников переменного тока, располагаемых на поверхности. Регистрация электрического потенциала этих источников осуществляется с помощью двух питающих (А и В) и двух измерительных (М и N) электродов. Информативными параметрами служит сила тока и напряжение, образованное между приемными электродами. Далее, учитывая геометрический коэффициент установки, можно рассчитать кажущееся сопротивление (ρ_k), косвенно характеризующее истинные электрические параметры геологической среды:

$$\rho_k = k \frac{\Delta U_{MN}}{I_{AB}}, \quad (4)$$

где k - коэффициент установки, ΔU_{MN} - разность потенциалов на приемной линии MN , I_{AB} - ток в линии AB . В общем случае формула для коэффициента установки имеет вид:

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}}}, \quad (5)$$

При этом увеличение геометрических размеров установок ведет к увеличению глубинности исследований [4].

Учет гидрологического режима местности при построении автоматизированных геодинамических систем мониторинга позволяет производить комплексную оценку структуры геологического разреза, а зная параметры водонасыщения грунта можно судить о строении (уровне пористости и пустотности) грунтовых масс. Регистрация данного параметра и применение его в численных методах производится с целью корректировки параметров математической модели при адаптации ее к объекту и позволит наиболее точно локализовать карстовые пустоты.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ МК-7406.2015.8

Литература

1. Кузичкин О.Р. Программно-аппаратная организация электролокационных систем при геомониторинге карста. // Проектирование и технология электронных средств. 2006. №4.– С.54-58.
2. Лисицын В.В. Рекомендации по геофизическому исследованию закарстованности территорий, предназначенных для строительства Москва 1971г.
3. Мельник В.В. Обоснование геомеханических факторов для диагностики опасности карстопроявлений при недропользовании -Екатеринбург, 2010.- 189 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/442
4. Доброхотова И.А., Новиков К.В. Электроразведка. Учебное пособие. М.: РГГУ, 2009.

Разработка метода оценки динамики геомеханических процессов с учетом гидрологического режима

Процесс динамики карстовой полости характеризуется изменением первичного напряжённого состояния в грунтовых породах, при этом происходит концентрация продольных и тангенциальных напряжений на локальном участке существующей полости, что и вызывает развитие её деструктивных процессов (рисунок 1).

Общее напряжённое состояние исследуемого грунтового слоя определяется соотношением вертикальных (σ_1) и горизонтальных составляющих напряжения.

$$\sigma_1 = \gamma' \cdot M_D \text{ (кН/м}^2\text{)}, \quad (1)$$

где M_D - мощность слоя покрытия; $\gamma' \cdot M_D$ - собственный вес толщи грунта. Для нахождения горизонтальных составляющих (σ_2, σ_3) необходимо учитывать упругоизотропные свойства растягивающих напряжений вышележащих слоев грунта и коэффициент бокового давления K_0 [1]:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_1 \cdot K_0 \text{ (кН/м}^2\text{)}, \quad (2)$$

где $K_0 = 1 - \sin \varphi'$. Физический смысл процесса обрушения заключается в превышении граничных значений вертикальных и горизонтальных напряжений, которые можно принять за краевые задачи при численном моделировании данного процесса [2].

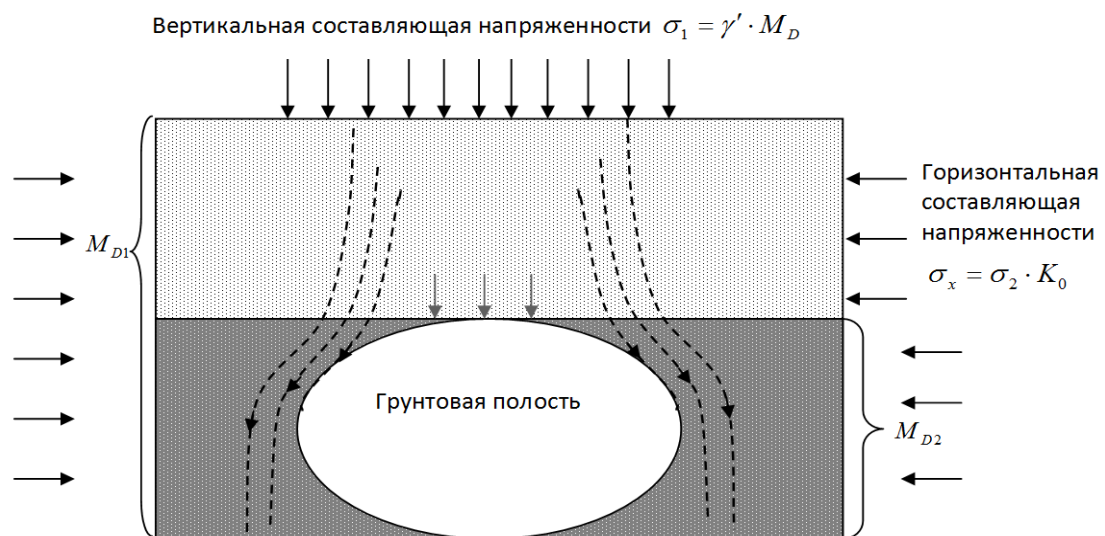


Рис. 1. Распределение горизонтальных и вертикальных напряженностей

Нормальные и касательные напряжения, возникающие в толще грунта во время деформационно-сдвигового процесса можно определить как:

$$\sigma = \frac{N}{A}; \quad \tau_u = \frac{G_{\max}}{A}, \quad (3)$$

где N -уровень давления (нагрузки); G_{\max} - максимальное сдвигающее усилие; τ_u - максимальное касательное напряжение в грунте в момент среза.

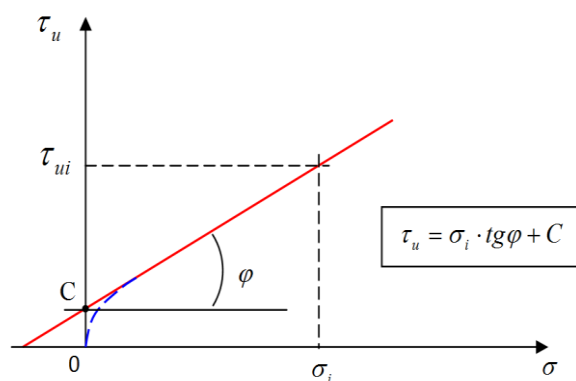


Рис.2 – Зависимость максимального сопротивления грунта сдвигу от нормального давления

Как показывает график (рисунок 2) зависимость $\tau_u(\sigma)$ является линейной, и в целом характеризует прочностные свойства грунта [3-5].

Особенностью процесса карстообразования и последующего обрушения является его дискретность во времени, объясняемая различными физико-механическими свойствами слоёв геологического разреза и недетерминированностью карстового обрушения, которая заключается в скрытой динамике жёстких оснований грунтовых пород.

Уровень и динамика геомеханических процессов, возникающих в карстоопасном массиве, определяется структурно-тектоническим строением геологического разреза, физико-механическими свойствами слоёв грунта, видом растворимых пород (хлоридных, сульфатных и карбонатных) размером, формой и глубиной залегания карстовой полости. Взаимосвязь гидрогеологических, структурно-тектонических и геодинамических характеристик карстоопасной местности имеет большое значение при прогнозировании образования и динамики карстовых процессов.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации № МК-7406.2015.8

Литература

1. *Aderhold G.* Klassifikation von erdfallen und senkungsmulden in karstgefährdeten gebieten hessens. Empfehlungen zur Abschätzung des geotechnischen Risikos bei Baumassnahmen // HLUГ – Hessesches Landesamt für Umwelt und Geologie. Geologische Abhandlungen Hessen, Band 115< Wiesbaden 2015;
2. *Fiksel T., Stoyan D.* Mathematisch-statistische Bestimmung von Gefährdungsgebieten bei Erdfallprozessen // Z.f. angew. Geologie, 1983, 9: 455 – 459;
3. *Орехов А.А., Дорофеев Н.В.* Алгоритм коррекции влияния гидрологической помехи на контроль геодинамических объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2012. №22. С. 74-78;
4. *Мельник В.В.* Обоснование геомеханических факторов для диагностики опасности карстопроявлений при недропользовании -Екатеринбург, 2010.- 189 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/442
5. *Вознесенский Е.А.* Динамическая неустойчивость грунтов// М.: Эдиториал УРСС, 1999. - 261 с.

Кулигин М.Н.
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23
e-mail:kaf-eivt@yandex.ru

Мониторинг окружающей среды и перспективы использования геомагнитных пульсаций Земли при его реализации

Введение

Все задачи мониторинга окружающей среды можно условно разбить по их практическому содержанию на следующие пять основных классов [1].

1. Экологический мониторинг - исследование динамики изменений экосистем различного масштаба и различных естественных и антропогенных факторов, влияющих на экосистемы. Сюда относятся выявление и классификация загрязнений поверхности моря и суши, обнаружение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, выявление мест нарушения и болезни растительности и др.

2. Мониторинг природных ресурсов - исследование закономерностей размещения полезных ископаемых, прогнозирование и поиск природных ресурсов, оценка режимов использования природных ресурсов, в том числе - получение характеристик земной поверхности для управления сельским и лесным хозяйством, водными и земельными ресурсами.

3. Прогнозирование и контроль природных катастроф и техногенных аварий, анализ факторов, предшествующих и сопровождающих катастрофы и аварии, с целью совершенствования методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций (наводнения, лесные пожары, засухи, промышленные аварии и др.).

4. Фундаментальные исследования Земли в интересах метеорологии, климатологии, океанографии и др.

5. Задачи, решаемые в интересах различных отраслей и предприятий (транспорт, строительство, добыча полезных ископаемых, навигация и т. п.), в том числе с целью оптимизации их взаимоотношений с природой.

Далее будут рассмотрены возможности геофизического мониторинга с использованием геомагнитных пульсаций применительно к вопросам исследования Земли.

Понятие эколого-геофизического мониторинга.

Эколого-геофизический мониторинг представляет собой многофакторную и многосвязную структуру геофизических наблюдений за изменениями окружающей среды, влияющими на здоровье человека и обусловленными действием внешних по отношению к Земле и внутренних природных сил, а также взаимодействием природных, природно-технических и технических систем.

При осуществлении эколого-геофизического мониторинга объектами изучения являются геофизические параметры среды, например, температура, барическое давление, сейсмичность и т.д., и широко используются геофизические методы в качестве инструмента наблюдения за изменениями, происходящими в природных и природно-технических системах (экосистемах).

Объектом исследования при проведении эколого-геофизического мониторинга является вся совокупность естественных и техногенных (антропогенных) геофизических полей, а также вызываемые ими изменения в биосфере.

Геомагнитные пульсации Земли

Одним из достижений космической эры явилось открытие у Земли четвертой, плазменной оболочки, получившей в настоящее время название магнитосферы. Это открытие наряду с экспериментальным обнаружением солнечного ветра коренным образом изменило представления о структуре и динамике космического пространства. Оказалось, что четвертая оболочка Земли является существенной частью планеты и активно участвует в жизненно важных процессах. Магнитосфера - первая и по существу единственная оболочка Земли, препятствующая проникновению солнечного ветра и активно с ним взаимодействующая. Усиление или ослабление солнечного ветра, изменение его структуры обязательно сказываются на перестройке магнитосферы.

Геомагнитные пульсации порождаются за счет взаимодействия плазмы гидромагнитных волн, идущих от Солнца, с магнитосферой Земли. Пульсации электромагнитного поля Земли относятся к классу геомагнитных сигналов и являются в настоящее время ценным инструментом, дающим большое количество информации, в частности, в исследованиях космического околоземного пространства и изучении земной коры и верхней мантии. Прикладное значение зарегистрированных на земной поверхности геомагнитных пульсаций для изучения структуры земной коры и верхней мантии велико и в настоящее время не вызывает сомнений [2]. Учитывая общепризнанный факт, что магнитосфера – неотъемлемая часть нашей планеты, ее окружающая среда, открываются перспективы использования геомагнитных пульсаций для исследования проблемы их влияния на биосферу, в том числе на человека, спектр основных биоритмов которого перекрывается со спектром геомагнитных пульсаций [3].

Перспективы использования геомагнитных пульсаций Земли при реализации мониторинга окружающей среды.

При решении задач прогнозирования угроз как возникающих на планете, так и привносимых из космоса, особую значимость имеет непрерывный мониторинг и комплексный анализ параметров разнообразных аномальных геофизических явлений, которые предшествуют возникновению стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций техногенного характера. На сегодняшний день достоверно установлено, что такие аномальные явления (предвестники) имеют место в магнитосфере, ионосфере, атмосфере и литосфере Земли, могут быть зафиксированы, измерены и использованы для прогноза места, времени и силы (масштаба) чрезвычайного события. Число таких предвестников насчитывает более 200. Однако статистика, подтверждающая надёжность прогноза по данным предвестникам – отсутствует, описываются лишь единичные события. Поэтому задача прогноза эффективно может быть решена лишь при регистрации совокупности предвестников во всех средах. Во многих странах, ведутся работы по созданию наземных и космических измерительных средств в интересах осуществления такого прогноза, а также технологий приёма, обработки и передачи необходимой информации, которые могут лечь в основу перспективных интегрированных систем предупреждения о стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях [4].

Возможности геофизического мониторинга определяются универсальностью и многофакторностью геофизической информации. Непосредственное измерение пространственной структуры и временных вариаций электромагнитных, радиоактивных, тепловых полей, полей упругих колебаний даёт количественную информацию о напряжённом состоянии и физико-механических свойствах массивов горных пород; позволяет изучать их анизотропию; фиксировать колебания минерализации и уровня подземных вод; определять главные направления воздействия антропогенных нагрузок. Геофизический мониторинг является, по существу, специфическим видом мониторинга окружающей среды, осуществляемого в целях оценки и прогнозирования экологически опасных природных, природно-техногенных и техногенных геологических процессов.

С 22 по 26 мая 2012 года в ИЗМИРАН проводилась научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований» (<http://www.izmiran.rssi.ru/POLAR2012/abslist.html>).

Многие доклады на этой конференции посвящены вопросам развития систем геофизического мониторинга. В частности, в одном из них сообщается о космическом проекте, направленном на разработку методов мониторинга и раннего обнаружения природных катастроф (извержения вулканов, тайфуны, землетрясения и т.д.) путем наблюдения их откликов и предвестников в ионосфере и магнитосфере Земли. Доклад называется: «ТвинСат – обнаружение предвестников природных катастроф путем наблюдения их эффектов в ионосфере и магнитосфере Земли» (Сергеев И.Ю., Чмырев В.М., Нестеров Б.Ф.).

В июне-июле 1998 г на территории Европы проводился международный эксперимент BEAR (Baltic Electromagnetic Array Research). В ходе эксперимента производилась регистрация (запись) пульсаций геомагнитного поля Земли в диапазоне частот 0.001–5 Гц одновременно на более чем 50 магнитных станциях. В этом эксперименте принимал участие и СПбФ ИЗМИРАН, совместно с Геологическим институтом КНЦ РАН поддерживая работу станций, расположенных на Российской территории.

В диссертационной работе [5] исследуется аномальное поведение векторов градиентов и фазовых скоростей геомагнитных возмущений сверхнизкого диапазона частот в сейсмоактивных зонах Японии перед началом, во время и после сейсмоактивного периода. Оригинальным методом магнитной локации определяется местоположение эпицентра будущего сильного землетрясения, используя направления векторов градиентов и фазовых скоростей

В работе [6] автор обосновывает принципиальную возможность использования регистрируемых на земной поверхности геомагнитных пульсаций для гидромагнитной диагностики – определения свойств магнитосферной и ионосферной плазмы. Физической основой гидромагнитной диагностики является эффект резонансной трансформации МГД волн в магнитосфере.

Заключение

Электромагнитные поля сверхнизкого диапазона частот являются эффективным средством для слежения за процессами в различных геофизических средах: магнитосфере, ионосфере, атмосфере и литосфере. Излучения СНЧ диапазона сопровождают все энергетически мощные геофизические процессы и служат одним из методов их диагностики и мониторинга.

СНЧ излучения могут эффективно возбуждаться и при искусственном воздействии на геофизические среды (при взрывах, запусках ракет и т.п.). Многолетний опыт изучения естественных сигналов и излучений позволил приступить к решению проблемы обнаружения аномальных электромагнитных возмущений, связанных с сейсмической активностью, генерируемых в процессе разрушения горной породы за недели–часы до землетрясения.

Однако потенциальные возможности СНЧ для мониторинга процессов в околоземном пространстве далеко не исчерпаны и, по существу, “гидромагнитная сейсмология” только зарождается. Качественно новый уровень в геофизических исследованиях произойдет при переходе от использования узкоспециализированных станций (магнитных, сейсмических, ионосферных, метеорологических) к развертыванию единой сети комплексных геофизических станций. Все более дешевыми и доступными становятся устройства хранения данных большой емкости и спутниковые системы передачи информации. Это позволит в ближайшее время создать глобальные системы мониторинга в реальном времени за “электромагнитным дыханием” Земли и перейти от изучения околоземного космического “климата” к слежению за “космической погодой”.

Литература

1. Копылов В.Н. Космический мониторинг окружающей среды: монография. - Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. – 216 с.
2. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М., Анисимова Е.Б., Бокастов С.С. Информационно-измерительный комплекс Геофизической обсерватории "Борок", Электронный научно-информационный журнал "Вестник ОГГГН РАН", М.: ОИФЗ РАН URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/4-2000/anisimov.htm.
3. Пудовкин М. П., Распопов О. М., Клейменова Н. Г. Возмущения электромагнитного поля Земли. Часть II. Короткопериодические колебания геомагнитного поля. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 271 с.
4. А.И. Жодзишский, А.С. Сигов, Е.И. Цадиковский, Т.Е. Тарасенко Концепция формирования «Единого информационного пространства глобальной безопасности» - Традиционные решения и новые подходы. Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, МИРЭА, INTERMATIC – 2012, часть 7, 36-46 с.
5. Исмагилов В.С. Исследование ультранизкочастотных геомагнитных возмущений фазово-градиентным методом: Автореферат дис...канд. физ.-мат. наук. – СПб.: СПбФ ИЗМИРАН, 2004.
6. Пилипенко В.А. Резонансные эффекты ультранизкочастотных волновых полей в околоземном пространстве: Автореферат дис...док. физ.-мат. наук. – М.: ИФЗ РАН, 2007.
7. Кузичкин О. Р., Дорофеев Н. К., Цаплёв А. В., Кулигин М. Н., Холкина Н. Е. Методы и средства автоматизированного геодинамического контроля и геоэкологического мониторинга // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2014, №1, С. 63-72

Лодыгина Н.Д.
Муромский институт Владимирского государственного университета
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, 23
E-mail: nina.lodygina@yandex.ru

Воздействия карстовых процессов на сооружения

Карстовые процессы значительно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Известные аварии сооружений, а также инженерно-строительные освоения закарстованных территорий вошли в инженерно-геологические категории опасности. Деформации вследствие оседания земной поверхности передаются формой оседания грунта. При этом вышележащее строение по вертикали не срезается, а сжимается сбоку с перемещением в свободное пространство. Вследствие сдвижения пород к центру тяжести полого пространства наряду с вертикальными образуются также горизонтальные перемещения, которые могут быть причиной удлинения или укорочения поверхности на участке расположения сооружения, которое приводит к воздействию на сооружение в виде растяжения или сжатия.

Те или иные элементы процесса перемещения по-разному действуют на сооружение в целом или на отдельные его конструкции. В соответствии с этим требуются различные мероприятия по обеспечению безопасности или специальные работы. Равномерное оседание не создает дополнительных напряжений в конструкциях сооружения и поэтому не принимается во внимание при проектировании и расчетах. Однако оно может оказывать влияние на условия водоотведения и на относительный подъем грунтовых вод к земной поверхности, что приводит к увлажнению основания сооружения. Кроме того, могут возникнуть проблемы с подземными коммуникациями.

Разница в оседаниях приводит к наклону в основании сооружения, максимум которого приходится на переход от выпуклой части оседания грунта к вогнутой части. В связи с этим перекосом наряду с обычными вертикальными усилиями возникают дополнительные горизонтальные компоненты усилий, которые вызывают изгибающие моменты в строительных конструкциях. Напряжения, возникающие от изгибающих моментов, зависят от прочности на изгиб и прочности связи конструктивно взаимосвязанных частей сооружения.

Большинство сооружений имеет некоторую жесткость, так что они могут следовать кривизне лишь до определенной степени без повреждений. При более жестком основании может возникнуть более высокая концентрация напряжений.

При внезапном образовании провала на земной поверхности в определенных частях основания сооружения формируются пролеты и консоли. В данных случаях получается перераспределение напряжений и в связи с этим неравномерное распределение нагрузок от сооружения на основание, при этом нагрузки частично не могут быть перераспределены. В сооружении возникают напряжения сжатия и растяжения, которые могут быть восприняты лишь до определенной степени, а при превышении предела прочности происходит образование трещин.

При статических расчетах сооружений должны быть применены обоснованные расчеты диаметров провалов, при этом также учитываются глубины и частоты карста. В программах изысканий должны ставиться следующие задачи: как высока карстово-провальная опасность, сооружения должны быть основательно конструктивно защищены, необходимо проводить контроль за возможными деформациями. При больших повреждениях часто экономичнее демонтировать сооружение и начать новое строительство.

Р.В. Шарапов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Россия, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, 23
E-mail: info@vanta.ru

Мониторинг подземных вод на территориях с большой техногенной нагрузкой

Активная хозяйственная деятельность человека оказывает существенное влияние на окружающую среду. Значительные изменения происходят в гидросфере. Затрагивают они не только поверхностные, но и подземные воды [1].

Подземные воды довольно чувствительны к антропогенным воздействиям: промышленные предприятия, гидротехнические сооружения, эксплуатация подземных вод, добыча полезных ископаемых, нефти и газа, сельскохозяйственная деятельность и т.д. приводят к существенному изменению в составе и режиме подземных вод. Подземные воды находятся в тесном контакте с литосферой и оказывают существенное влияние на нее. Изменение режимов подземных вод способствует образованию воронок депрессий, подтоплению, заболачиванию и засолению территорий, активизации различных карстовых, эрозийных, оползневых и других экзогенных процессов.

В связи со значительной ролью подземных вод важное значение приобретает осуществление их мониторинга. Это позволяет не только оценить изменения текущего состояния и запасов подземных вод, но и осуществлять прогнозирование их изменений с оценкой влияния этих изменений на геологическую среду.

В настоящее время непосредственный мониторинг за состоянием подземных вод проводится Центром государственного мониторинга состояния недр ФГУП «Гидроспещгеология» [2]. Центр использует наблюдательную сеть, развернутую на территории страны. Распределение участков наблюдательной сети производится неравномерно по территории, а собираемые сведения обрабатываются и используются зачастую в неполном объеме [3]. Вследствие неравномерности распределения наблюдательной сети, только небольшая часть техногенно-измененных территорий попадает в поле зрения системы мониторинга. Например, при составлении прогнозов минимальных уровней грунтовых вод территории Российской Федерации, значение уровня для Владимирской области определяется по данным скважин Ярославской, Ивановской и Нижегородской обл. [4]. Получаемые при этом прогнозы способны лишь в общих чертах описывать динамику явлений. Кроме того, наблюдения производятся с низкой частотой, что не позволяет выявлять быстрые изменения режима и показателей (характеристик) подземных вод вследствие резкого увеличения техногенных воздействий.

Изменение состояния подземных вод на территориях с большой техногенной нагрузкой происходит значительно быстрее. В связи с этим, мониторинг подобных территорий должен осуществляться в другом режиме - с повышенной частотой сбора данных [5, 6]. С другой стороны, далеко не все характеристики и показатели подземных вод подвержены резким изменениям в течении коротких промежутков времени. По этой причине при мониторинге необходим рациональный выбор параметров и частоты наблюдения в зависимости от той или иной техногенной нагрузки на территорию. Специализированный мониторинг состояния подземных вод для территорий с повышенной техногенной нагрузкой должен позволять производить оценку опасности активизации тех или иных экзогенных процессов, связанных с изменениями режимов подземных вод.

Литература

1. Шарапов Р.В. Принципы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 3 (13). – С. 27-30.
2. Прогноз сезонных положений уровней грунтовых вод на территории Российской Федерации на 2015 год. Выпуск 126. – Москва, Гидроспещгеология, 2015. – 31 с.
3. Шарапов Р.В. Проблема интеграции данных мониторинга подземных вод // Современные наукоемкие технологии, 2013, № 12. – С. 67-69.

Секция 19. Туризм: проблемы и перспективы развития

4. Шарапов Р.В. Оценка сезонного изменения уровня грунтовых вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2015, № 3. – С. 51-60.

5. Шарапов Р.В. Оборудование для автономного наблюдения за состоянием подземных вод // Фундаментальные исследования, 2014, № 9-1, С. 55-58.

6. Шарапов Р.В. Структура системы мониторинга подземных вод // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 4 (14). – С. 20-23.

Шпаков¹ П.С., Юнаков² Ю.Л., Лягина² О.И.

¹Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
E-mail: spsp01@rambler.ru

²Институт горного дела геологии и геотехнологий Сибирского Федерального университета
660025, г. Красноярск, пр. Вузовский, 3, ауд. 415 у.к.
e-mail: JJunakov@sfu-kras.ru

Визуальное обследование дамбы, уступов и берм бортов карьера

Исходя из реальной ситуации, связанной с постоянно усложняющимися условиями производства, существует острая необходимость регулярного визуального обследования и контроля за состоянием дамбы, уступов и берм бортов карьера, для принятия оперативных решений. Это в первую очередь связано с повышенной опасностью горных работ в условиях постоянного роста глубины карьера, наличием крутых уступов, сложным геологическим строением, трещиноватостью и обводненностью массивов горных пород.

Систематические выявления нарушений и фиксация их с предоставлением оперативной информации о них соответствующим службам карьера, позволят своевременно назначать соответствующие меры в оптимальные сроки.

Следует отметить, что все обнаруженные заколы и нависи необходимо оперативно регистрировать в журнале для записи результатов обследования уступов и берм бортов карьера. Для принятия окончательного решения нужно оценить возможные способы ликвидации и подходы к опасному участку, а затем произвести их оборку, или зачистку соответствующими службами карьера. По результатам обследования ежеквартально составляется отчет.

Необходимо указать, что различные виды нарушений массивов бортов условно разделены на 4 основные группы, включающие в себя близкие по характеру и механизму образования явления. К первой группе отнесены заколы; во второй группе объединены нависи, выступы и глыбы; в третьей – вывалы, обрушения и осыпи; а в четвертую группу отнесены прочие нарушения включающие в себя разнообразные, нерегулярно, а иногда одиночно встречающиеся явления. В данную (четвертую) группу включены следующие отмечаемые на карьере нарушения: самопроизвольные места скопления карьерных вод на предохранительных бермах бортов карьера; участки некачественной заоткоски уступов; зауженные участки транспортных и предохранительных берм; масштабные (тектонические, экзогенные) зияющие трещины; отделившиеся по трещинам части откосов уступов; серии мелких заколов или глыб на откосах; образовавшиеся наледи над откосами транспортных берм и др.

Помимо процессов выветривания, естественной и техногенной трещиноватости и слоистости вскрышных пород, воздействия сейсмических волн на массив при массовых взрывах, немаловажным фактором, влияющим на активизацию процессов разрушения откосов, является наличие воды в трещинах и на поверхности берм бортов карьера.

Минерализованная вода, попадающая в скальный массив, является дополнительным породоразрушающим фактором. Она размывает приоткосные трещины, вымывая лёд – цемент из них, создавая тем самым неустойчивое состояние блоков горных пород. В зимнее время разбавленная минерализованная вода замерзает на откосах уступов, образуя ледяные нависи. В комплексе, все перечисленные факторы создают опасные условия для ведения горных работ вблизи откосов уступов.

Регулярно проводимые в последние годы наблюдения за состоянием бортов карьера, выявили ряд мест постоянного высачивания вод на предохранительных бермах. В летнее время это проявляется в свободном стекании воды по откосам уступов и уклонам съездов предохранительных берм, с накоплением ее в наиболее низких отметках. В зимнее время высачивание карьерных вод проявляется в виде образования наледей, ниспадающих по откосам уступов бортов карьера, а также выпариванием на локальных участках поверхности карьера, примкнувшей к телу дамбы. Привязка таких участков осуществлялась с использованием GPS приемника Trimble GeoXT Explorer.

В результате инструментальных наблюдений за раскрытием трещин на локальных участках карьера выявлены наиболее крупные вывалы и обрушения горных пород по заколам и трещинам.

Секция 19. Туризм: проблемы и перспективы развития

На этих участках борта карьера на поверхности бермы четко прослеживается крутое падение межблоковых трещин, простирающихся как перпендикулярно так и практически параллельно откосам уступов.

По таким трещинам, с большой долей вероятности, и в дальнейшем возможно отслаивание и вывалы значительных объемов горных пород, при возникновении определенных условий влияющих на динамику межблоковых смещений по трещинам (массовые взрывы, криогенные процессы, заполнение трещин водой и т.п.)

Для регулярного локального контроля за смещением приуступных блоковых массивов, разделенных трещинами, на отдельных участках горизонтов (+65 м, +85 м, +90 м) северо-восточного и восточного бортов карьера создан опытный участок с организацией стационарных точек замера

Следует отметить, что на опытном участке гор.+65 – гор.+85м, в местах установки датчиков смещения, ориентировка тектонического нарушения имеет простирание 295° при угле падения трещин $80-85^\circ$, сопоставимое с параметрами ориентации предполагаемых и выявленных зон интенсивного расщепления и дробления пород, при этом параметры ослаблений: слоистость – азимут падения $200-250^\circ$ падение $60-80^\circ$; отдельность: I – азимут падения $140-170^\circ$ падение $10-40^\circ$, II – азимут падения $250-280^\circ$ падение $60-80^\circ$; тектонические трещины: I – азимут падения $50-70^\circ$ падение $50-70^\circ$, II – азимут падения $110-140^\circ$ падение $30-60^\circ$, III – азимут падения $280-310^\circ$ падение $60-80^\circ$. Участок гор.+90м сформирован сопряжением зон интенсивного расщепления и дробления пород, наблюдается высачивание воды. На этом участке наблюдается ярко выраженная отдельность первичных и глинистых известняков, при этом ее геометрические параметры следующие: $A_{II} = 230-270^\circ$, $\delta = 50-80^\circ$; $A_{II} = 70-90^\circ$, $\delta = 20-40^\circ$; $A_{II} = 150-180^\circ$, $\delta = 10-30^\circ$.

Для инструментального контроля динамики смещения межблоковых массивов по трещинам использовался измерительный прибор на основе индикатора часового типа.

Прибор используется для количественной оценки, направления и скорости смещения по трещинам. В отличие от геологических и геодезических методов определения смещений, предлагаемый метод позволяет с высокой точностью измерений (до 1-3 мкм) проследить накопление суммарной амплитуды на фоне сложного режима микросмещений, включающего широкий спектр различных типов подвижек, как по направлению, так и по скорости и величине их изменения (цикличность, всплески активности и пр.).

При проведении наблюдений за раскрытием трещин, на первом этапе исследований в качестве опытного участка принимался северо-восточный борт карьера, с установкой контурных реперов на горизонтах: +65 (№ 860, 710, 325, 975); +85 (№ 657, 706, 7061, 6571); +90 (№ 775, 645).

Систематизация и анализ результатов наблюдений за смещениями трещин на отдельных локальных участках предохранительных берм карьера, позволил их условно подразделить на несколько степеней опасности по деформационным признакам.

В основу отнесения локального участка к тому или иному классу по степени опасности заложена накопленная максимальная величина амплитуды смещения (ΔA). Причем знак «+» указывает направление смещения трещины в сторону ее сжатия, а знак «-» в сторону ее расширения. Для условий карьера «Горевского ГОКа» предлагается следующая классификация локальных участков по степени их опасности в зависимости от накопленной величины амплитуды смещения (ΔA), мм.

Неопасные мм *менее* $\pm 3,0$; *Потенциально опасные* –“– $\pm 3,0 \div \pm 5,0$;
Опасные –“– $\pm 5,0 \div \pm 8,0$; *Повышенно опасные* –“– $> \pm 8,0$.



Рис.1. Вид на трещиномерную станцию №706 с развивающимся процессом смещения блока массива



Рис. 2.

Анализ полученных результатов серий наблюдений позволяет сделать следующие выводы:

1. Характер динамики развития заколообразования диктует сочетание крутого и пологого падения межблоковых трещин углисто-сланцевых пород слагающих группу уступов северо-восточного борта карьера (РЛ1-РЛ1а) и проявляется в виде раскрытия трещины первые 30-45 сут. с последующим сползанием и обрушением массива по плоскостям трещин (рис. 1, 2).

2. Непосредственное влияние взрывных работ прослеживается только в динамике межблоковых смещений скального массива с крутым углом падения трещиноватости (участок гор.+65 – гор.+85м), находившегося в непосредственной близости от взрываемого блока. Образование трещин на участке гор.+90м, сформированного зоной интенсивного дробления пород, связано вероятно с динамикой насыщения и фильтрации массива грунтовыми водами, а как результат изменение прочностных свойств пород уступа и его деформирования.

Литература

1. Разработка геомеханического мониторинга для карьера ОАО «Горевский ГОК» (договор № ОГР-071-5). Отчет по НИР. Красноярск, ИЦМиЗ СФУ, 2007. – 99с.

2. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов разрезов и отвалов, интерпретации их результатов и прогнозу устойчивости. Л., ВНИМИ, 1987, -118с.