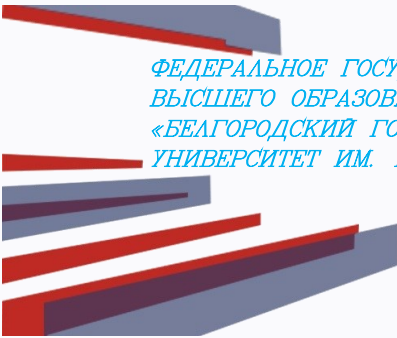




ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
BELGOROD STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
NAMED AFTER V.G. SHOUKHOV



Вектор ГеоНаук

2018. Том1. №2

Vector of Geosciences

2018. Vol.1. #2

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ / EDITORIAL BOARD**Александр Черныш / Alexandr Chernysh**

главный редактор, кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Карина Кара / Karina Kara

заместитель главного редактора, кандидат технических наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Наталья Андреева / Natalia Andreeva

кандидат физико-математических наук, доцент

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Наталья Затолокина / Natalia Zatolokina

кандидат географических наук

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

Златкович Даниела / Zlatkovic Daniela

доктор технических наук, профессор,

Высшая техническая школа по профессиональному образованию, Ниш (Республика Сербия)

Татьяна Калачук / Tatiana Kalachuk

кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Вероника Курбатова / Veronika Kurbatova

кандидат технических наук, доцент

Северо-Восточный государственный университет

Сергей Лицук / Sergey Litsukov

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

Майя Максимова / Mayya Maximova

Московский государственный университет геодезии и картографии

Иван Новых / Ivan Novykh

кандидат географических наук

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Евгений Пендюрин / Evgeniy Pendyurin

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Белгородский государственный институт искусства и культуры

Виктор Постолов / Victor Postolov

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I

Валентина Шевченко / Valentina Shevchenko

кандидат географических наук, доцент

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Наталья Ширина / Natalia Shirina

кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина



ISSN: 2619-0761

Журнал индексируется в Российском индексе научного цитирования и Google Scholar.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Россия, Белгород**Почтовый адрес редакции:** Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46, ауд. Гк 724/2**Электронный адрес:** <http://vektorgeonauk.ru/>**Электронная почта:** vektorgeonauk@mail.ru

Размещение статьи в номере журнала на его официальном интернет-сайте <http://vektorgeonauk.ru/> является подтверждением публикации.

Авторские права сохраняются в соответствии с международными правилами.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей.

Редакция:

- 1) не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных;
- 2) не несет ответственности перед авторами и/или третьей стороной и организацией за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи;
- 3) вправе изъять уже опубликованную статью, если выяснится, что были нарушены чьи-либо права или общепринятые нормы научной этики. О факте изъятия статьи редакция сообщит автору статьи, рецензенту и организации, в которой выполнялись исследования.

Правила предоставления статей и требования к их оформлению размещены на официальном сайте журнала по адресу <http://vektorgeonauk.ru/>.

Геотектоника и геодинамика

Асланов Б.С. О возможном влиянии неотектонических процессов на формирование нефтегазоконденсатных залежей Азербайджана

Aslanov B.S. About possible influencing of neotectonic processes on forming of petro-condensate pools of Azerbaijan

5

Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Калачук Т.Г., Кара К.А. Влияние свойств грунта на балльность площадок подземных сооружений

Kalachuk T.G, Kara K.A. The influence of soil properties balliness sites of underground structures

13

Черныш А.С., Губарев С.А. Развитие упругих деформаций лессовых грунтов в зависимости от влажности

Chernysh A.S., Gubarev S.A. The development of elastic deformation of loess soils in depending on the humidity

17

Геотехнология (подземная, открытая и строительная)

Голик В.И., Савелков В.И., Гашимова З.А., Келехсаев В.Б. Модели взаимодействия природных и технических систем на основе геомеханической сбалансированности при добыче руд

Golik V.I., Savelkov V.I., Gashimova Z.A., Kelekhsaev V.B. Problems Models of interaction of natural and technical systems based on geomechanical balance in the extraction of ores

21

Латышев О.Г., Казак О.О. Использование поверхностно-активных веществ в процессах бурения горных пород

Latyshev O.G., Kazak O.O. The use of surface-active substances in the process of drilling rocks

29

Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А., Мирзоев А.А. Исследование влияния изменчивости свойств песчаных и глинистых грунтов на напряженно-деформированное состояние оболочек опускных колодцев при их погружении

Kocherzhenko V.V., Suleymanova L.A., Mirzoev A.A. Research of the impact of variability of properties of sandy and clay soils on the stressed-deformed condition of the sunk wells shells during their immersion

38

Голик В.И., Келехсаев В.Б., Савелков В.И., Гашимова З.А. К мониторингу состояния массива пород при освоении недр в течение неопределенно долгого периода времени

Golik V.I., Kelekhsaev V.B., Savelkov V.I., Gashimova Z.A. To monitoring the state of the rock massif with the development of subsoil for an indefinite long period of time

48

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Валиев Д.С., Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Государственная кадастровая оценка земель промышленности и иного специального назначения с учетом экологической составляющей

Valiev D.S., Khabarova I.A., Khabarov D.A. State cadastral valuation of industrial lands and other special purposes with considering the ecological component

61

Атаманов С.А., Григорьев С.А. Применение голосовых помощников в кадастровой деятельности

Atamanov S.A., Grigor`ev S.A. The use of voice assistants in cadastral activities

65

Даниленко Е.П., Попова А.А. Проблемы водопользования и хозяйственной деятельности на землях Донецкой Народной Республики

Danilenko E.P., Popova A.A. Problems of water use and economic activity on the land of the Donetsk Public Republic

70

Сальникова О.Н. История Белгородской крепости на берегу реки Везелицы в контексте развития геодезического краеведения

Salnikova O.N. History of the Belgorod fortress on the river bank of Vezelitsa in the context of development of geodetic study of local lore

75

Мелентьев А.А., Затолокина Н.М. Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве

Melentyev A.A., Zatolokina N.M., 2018. The use of GIS-technology in agriculture

79

Геоэкология

Пендюрин Е.А., Щербаков Н.М. Технологии переработки отходов производства в Шебекинском районе

Pendyurin E.A., Scherbakov N.M. Waste processing technologies in the Shebekin district

87

УДК 551.14:550.83;551.24:550.83

О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ НЕОТЕКТЕНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ АЗЕРБАЙДЖАНА

Асланов Б.С. – доктор наук о Земле, профессор, руководитель лаборатории «Геолого-геофизическое обобщение», НИПИ «Нефтегаз», beyler@inbox.ru

Аннотация: при образовании нефтегазоконденсатной залежи в недрах Земной коры, среди геодинамических факторов важное значение имеют природные процессы: – известно, что на Земле происходит от 200 тыс. до 1 млн. землетрясений в год, они так же проявляются и на территории Азербайджана. Землетрясения, вулканизм, солнечная активность, Лунно-Солнечные приливы влияют на формирования залежей нефти и газа; они способствуют изменению упругих сил заключающих углеводороды пород, а в резервуарах способствуют проявлению процессов миграции, генерации и аккумуляции углеводородов. Логично предположить, что формирование подобных залежей определяется ротационными, горизонтальными и вертикальными тектоническими движениями. Эти неотектонические процессы являются одним из главных факторов при перемещении углеводородов в пределах резервуара. К сожалению, эти факторы не достаточно детально исследовались специалистами и учёными Азербайджана. Автор данной статьи, пытается в определённой степени привнести ясность проявления данного процесса на территории Азербайджана, методом сравнения с сопредельными регионами, опираясь на данные GPS наблюдений. Он предполагает, что в пределах Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района – вертикальные, в зоне погребённых поднятий Кюрдамир-Саатлы-Мугань – ротационные, а в пределах Куринской впадины – горизонтальные тектонические движения могут играть непосредственную роль в формировании залежей углеводородов в будущем.

Ключевые слова: аравийская плита, миграция нефти, месторождение, внутриконтинентальная деформация, кинематическая пластина, субдукция.

Введение.

Хорошо известно, что разработка промышленных залежей углеводородов (УВ) сырья в Азербайджане осуществляется вот уже более полутора века. Однако, об исчерпании ресурсов УВ из недр Азербайджана думать рано. С каждым очередным промышленным этапом развития появляется информация о новых месторождениях, особенно на больших глубинах. Отметим, что на известном месторождении «Гара-Зирия-дениз» начали добывать нефть с глубины до 5755 м и газ с глубины до 6200 м из разреза нижнего отдела продуктивной толщи (ПТ). В последние годы на глубине более 6500 м открыто богатое месторождение «Шах-дениз» с объёмом запасов 1,2 трлн. м³ природного газа и 240 млн. т. газового конденсата. Подобные факты нефтегазонасыщенности свидетельствуют о возможной роли также геодинамических и флюидодинамических процессов в формировании и пространственно-временном размещении УВ в месторождениях, особенно глубокого заложения.

Основная часть. Современные научные представления о генезисе нефти и практические результаты геологических исследований позволяют говорить о наличии в недрах Земли громадных, неисчерпаемых запасов УВ. В формировании месторождений, как было сказано выше, немаловажную роль играют и геодинамические процессы активных зон. Геодинамически активными зонами являются протяженные мобильные зоны трещинно-разрывных нарушений на границах блоковых структур, узлы пересечения разнонаправленных нарушений, осложняющие неотектонические блоки, внутриблоковые участки сгущения сети нарушений (Копылов И.С., Козлов С.В., 2014). Всё это характерно и для геологического строения большинства структур на территории Азербайджана.

Территория Азербайджана, богатая скоплениями УВ и расположенная в пределах Средиземноморского складчатого пояса, характеризуется высокой интенсивностью тектонических процессов. Эволюция и геологическое строение Мезокайнозоя в каждом нефтегазоносном районе Азербайджана требует индивидуального подхода

для выяснения возможного влияния неотектонических процессов на формирование в них залежей УВ. Полагаю, что анализ указанных процессов по данным GPS, с целью истолкования геолого-геофизических материалов для прогнозирования потенциальных УВ ресурсов территории Азербайджана должен привести к кое-какой новизне.

С целью выяснения влияний неотектонических процессов на формирование залежей на территории Азербайджана нами проведён комплексный анализ существующих карт тектонического и нефтегеологического районирования со схематическими иллюстрациями, построенных по данным GPS, как в региональном, так и в локальном масштабах, также проанализированы заново глубинные геолого-геофизические разрезы. Анализ этих материалов позволяет нам предположить, что на территории Азербайджана новейшие геодинамические процессы разных ориентаций сыграли и продолжают играть немаловажную роль при формировании и распределении залежей УВ. Основное внимание в данной статье уделено тому, чтобы выяснить какие части территорий Азербайджана наиболее активно подвергались и подвергаются геодинамическим процессам, как влияют эти процессы на формирование залежей и попытаться найти их причин.

GPS исследования (GPS – системы глобального позиционирования) в Азербайджане проводятся с 1998 года при поддержке Национального фонда науки США, Институтом геологии и геофизики Национальной Академии наук Азербайджана (НАНА) с целью изучения геодинамической ситуации в стране. Исследования проводятся в рамках проекта «Интерпретация континентальных деформаций коллизионной зоны Аравия-Евразия» совместно с Массачусетским технологическим институтом. В результате проводящихся с помощью спутника исследований, изучены закономерности распределения горизонтальных движений в сети GPS и получены новые данные о современной геодинамической ситуации. Эти сведения охватывают процессы деформации, происходящей в коллизионной зоне, динамику региональных разломов и позволяют спрогнозировать территории скопления энергии и построить новую модель блокового строения Земли. На основе данных GPS вычислены скорости дефор-

мации, произошедшей в земной коре на территории Азербайджана, выявлено наличие неоднородного распределения, определены направления векторов сжатия и растяжения, с целью прогнозирования землетрясений.

Но интерпретация данных GPS по изучению роли геодинамических процессов при формировании УВ залежей в мире, в том числе и по территории Азербайджана не проводилась и не проводится. Поэтому, в данной статье сделана попытка заполнить этот пробел в пределах азербайджанской части Альпийско-Гималайского орогенного пояса с использованием данных GPS, полученных на близлежащих территориях Азербайджана.

По данным GPS измерений, осуществлённых в Иране и северном Омане [3] в период 1999...2001 гг., с целью определения степени горизонтального смещения литосферных плит в центральной части Альпийско-Гималайского складчатого пояса, куда и относится территория Азербайджана, были выделены геодинамические движения в трёх ориентациях: север-юг, антикавказский и общекавказский (рис. 1 и 2). Результаты GPS свидетельствуют о том, что скорость горизонтального смещения в направлении север-юг, особенно на восточной части Ирана и северной части Омана (рис. 1, а), наиболее активная (9,2...11,2 мм/год), нежели на Кавказе (4,2 мм/год). На Кавказе помимо геодинамических сил, отмечаются и ротационные процессы (рис. 1, б).

Ротационные процессы являются последствием «столкновения горизонтальных движений разных ориентаций» [3]. Учитывая данное обстоятельство и сопоставляя структурные карты разных стратиграфических поверхностей по данным сейсморазведки, мы предполагаем, что в исследуемом регионе причиной ротационных процессов являются столкновения антикавказских и общекавказских сил.

Исследования последних лет явились попыткой показать, что неотектонические движения являются значимым фактором, оказывающим влияние на характер распространения нефтяных и газовых месторождений (Рябухина С.Г., Дмитриевская Т.В., Дворецкий П.И., Зайцев В.А., Пономарев В.А., 1997...1998).

Новейшие и современные геодинамические процессы могут в одних случаях способствовать сохранению и консервации

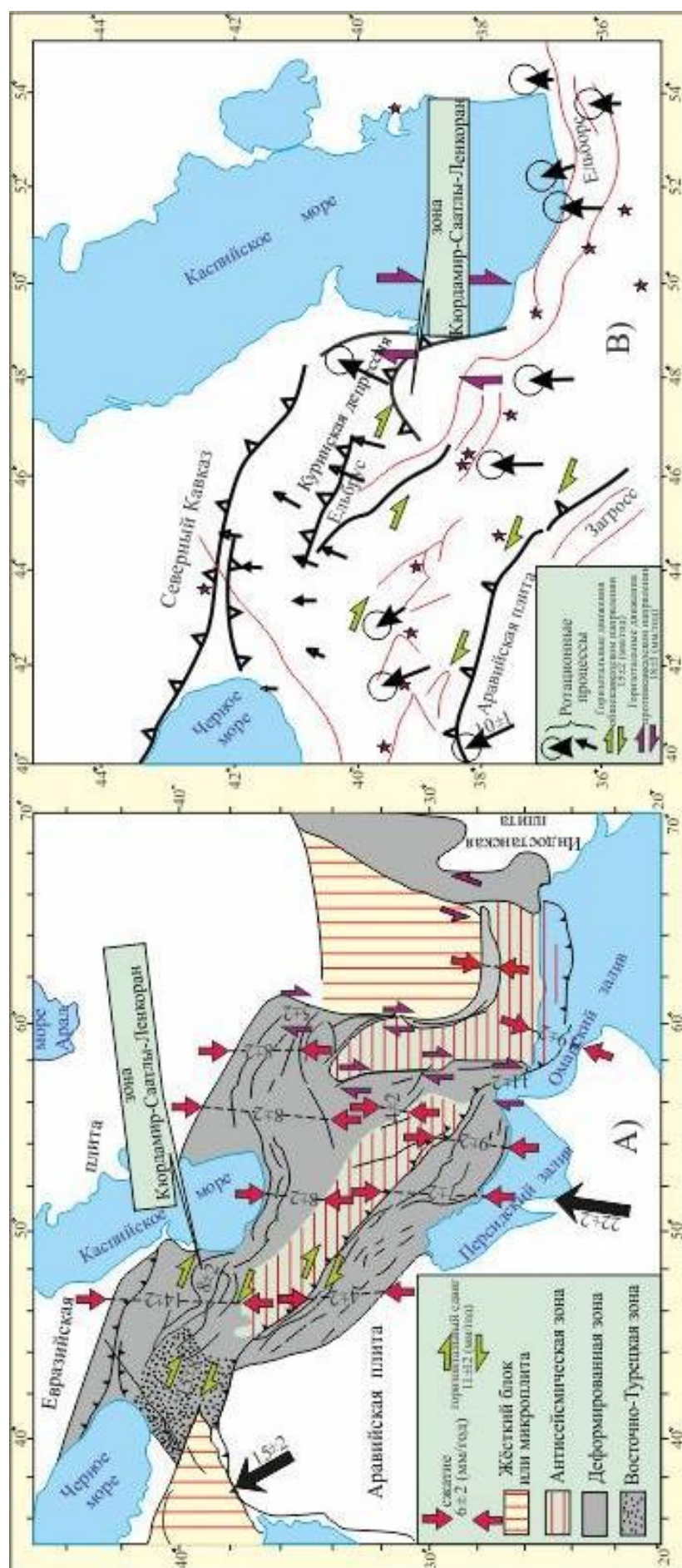
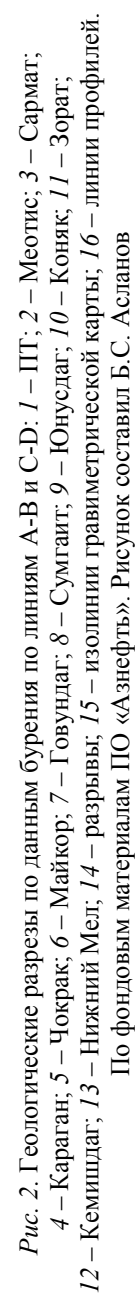


Рис. 1. Результаты работы GPS (Ф. Вернандт и др., 2004): а – схематическая иллюстрация. Заптрихованные области показывают однородные движения на жестких блоках; серые – зоны современных деформаций; красные стрелки показывают современное движение Аравийской плиты относительно Евразийской. Все скорости даны в мм/год; б – для территории Восточной Турции, Северо-Западного Ирана и Кавказского региона. Горизонтальные скорости даны относительно зафиксированного Евразийского фрейма. Звездами обозначены эпицентры землетрясений с $M > 7$



ранее сформировавшихся месторождений, в других, наоборот – их разрушению и миграции УВ. Причем в зависимости от фазового состояния УВ-флюидов влияние неотектонических движений на размещение месторождений по площади и глубине может быть существенно различным.

В исследованиях, посвященных миграции нефти и газа, мало внимания уделялось новейшим движениям, как одной из причин горизонтального и вертикального перемещения флюидов. При поисках перспективных структур, как правило, отсутствуют данные о новейших движениях земной коры. Тем не менее, в некоторых работах [4...11] сделаны попытки оценить роль новейших движений в миграции и промышленном скоплении нефти и газа.

Комплексированием и анализом существующих геолого-геофизических

материалов с результатами GPS наблюдений, уверенно можно предположить об определенном влиянии неотектонических движений на формирование залежей в пределах территории Azerbaijan. Нет сомнения в том, что необходимо активно разрабатывать теоретические и методологические основы *неотектонического прогноза нефтегазоносности недр*, в частности, в глубинных слоях недр Azerbaijan.

Нами также составлены геолого-геофизические разрезы Мезокайнозоя в пределах Прикаспийско-Губинского НГР (рис. 2) и проведено сопоставление структурных карт по верхне-меловым и верхне-эоценовым отложениям в зоне погребённых мезозойских поднятий Кюрдамир-Саатлы-Мугань, что входит в состав Куринской впадины (рис. 3).

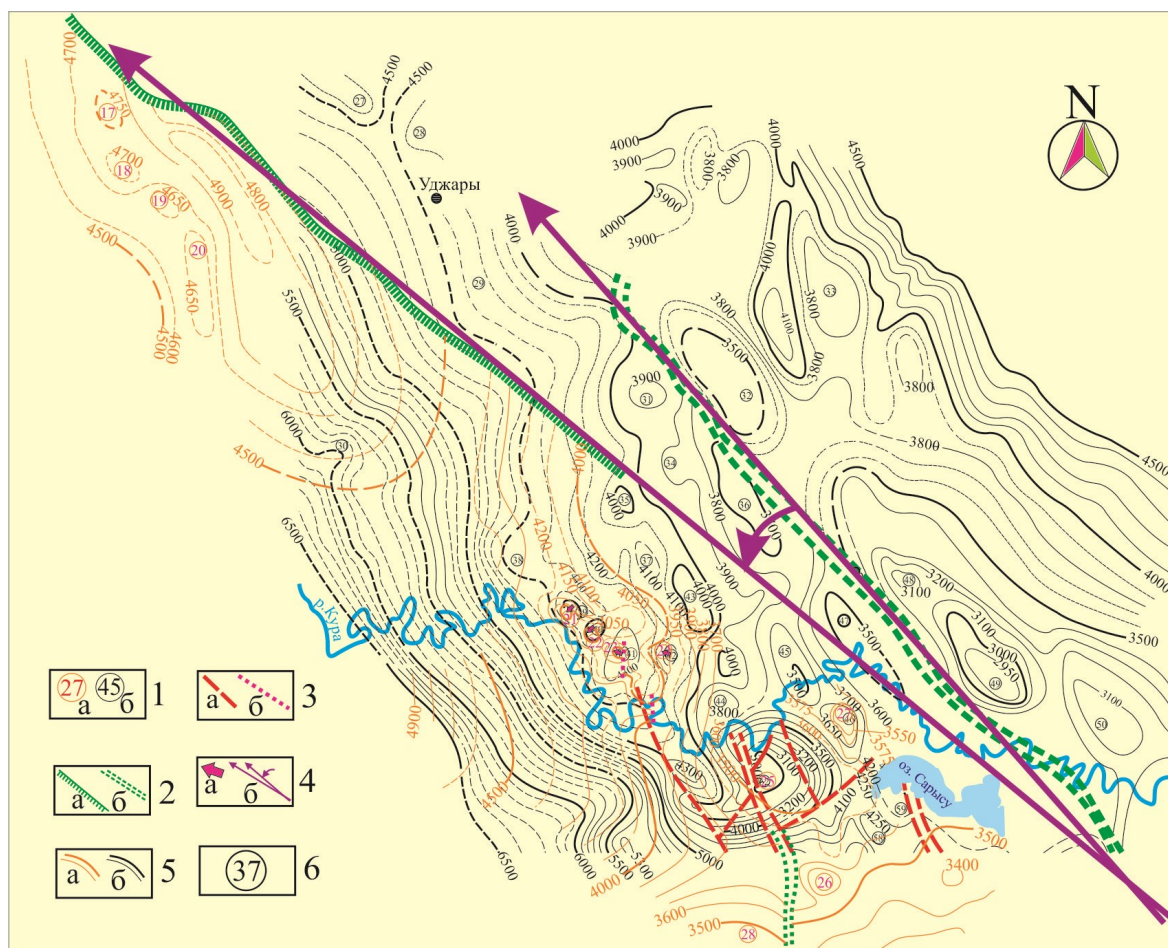


Рис. 3. Сравнение структурных карт на горизонтальной плоскости по поверхности верхнеэоценовых и верхне-меловых отложений Евлах-Агджебединской нефтегазоносной области Куринской впадины:

1 – структуры: а – верхнеэоценовых; б – верхнемеловых; 2 – нарушения: а – по верхнеэоценовым; б – по верхнемеловым отложениям; 3 – разрывы разного характера в окрестности Мурадхандлы: а – верхнемеловых; б – верхнеэоценовых отложениях; 4 – угол поворота верхнеэоценовых и верхнемеловых отложений относительно между собою; а – между структурами; б – моноклиналиях; 5 – изолинии структурных карт; а – верхний эоцен; б – верхний мел; 6 – выявленные структуры. По фондовым материалам ПО «Азнефть».

Рисунок составил Б.С. Асланов

В результате анализа многочисленных глубинных и поверхностных разрезов, также в масштабах наблюдений (рис. 1 и 2) в данных нефтегазоносных районах Азербайджана при формировании залежей УВ господствующие роли переходят к горизонтальным перемещениям тектонических блоков [12...14], которые требуют более детального и индивидуального исследования.

Следует отметить, что все эти неотектонические движения связаны с Аравийской плитой. Ведь скорость её горизонтального движения, по данным GPS измерений, составляет 15,2...22,2 мм/год, причем в двух доминирующих направлениях: северном и северо-западном (рис. 1, а). На наш взгляд, именно эта разнонаправленность движений Аравийской плиты создаёт сложную геодинамическую обстановку в исследуемом регионе, тем самым и сыграет немаловажную роль при формировании залежей УВ в разрезах Мезокайнозоя.

Заключение. Анализируя вкратце вышеотмечанное, предполагаю, что в пределах Прикаспийско-Губинского НГР вертикальные, в погребённой зоне антиклиналей Кюрдамир-Саатлы-Мугань ротационные, а в пределах Южно-Каспийской провинции, частью которой является территория Куринской впадины, горизонтальные тектонические движения повлияли и влияют на формирование залежей УВ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ph. Vernant, F. Nilforoushan, D. Hatzfeld, M.R. Abbassi and other researchers. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman / *Geophysical Journal International*, France 157. 2004. P. 381-398.
2. Климов С.В. Роль геодинамических и флюидодинамических процессов в формировании и пространственно-временном размещении многопластовых месторождений Северного Приобья Западной Сибири // В книге «Космические методы в геологии» – М.: Изд-во МГУ, 1988. 146 с.
3. Кутырев Е.Ф. Концепция эволюционного формирования и переформирования залежей углеводородов и содержащих их ловушек // Тез. докл. «Геодинамика нефтегазоносных бассейнов». М., 2004. Т.1. С. 72-77.

4. Муслимов Р.Х., Глумов И.Ф. и др. Нефтяные и газовые месторождения – саморазвивающиеся и постоянно возобновляемые объекты // *Геология нефти и газа. Спецвыпуск*. 2004. С. 43-49.

5. Гулиев И.С., Керимов В.Ю., Осипов А.В., Мустаев Р.Н. Генерация и аккумуляция углеводородов в условиях больших глубин земной коры // *Научные труды*. 2017. № 1. С. 4-16.

6. Чернова И.Ю., Хасанов Д.И. и др. Обнаружение и исследование зон новейших движений земной коры инструментами ГИС // *ArcReview. Сов. геоинформационные системы*. 2005. № 1 (32). С. 6-7.

7. Копылов И.С. Теоретические и прикладные аспекты учения о геодинамических активных зонах // *Современные проблемы науки и образования*. 2011. № 4; URL: www.science-education.ru/98-4745.

8. Копылов И.С., Ликутев Е.Ю. Структурно-геоморфологический, гидрогеологический и геохимический анализ для изучения и оценки геодинамической активности // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 9 (Ч. 3). С. 602-606.

9. Тимурзиев А.И. К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции // *Геофизика*. 2007. № 4. С. 49-60.

10. Нугманов Б.Х. 3D структурно-тектонические моделирования геологического строения месторождения «Каламкас» // *Научные труды*. 2017. № 1. С. 17-23.

11. Асланов Б.С. Нефтегазоносные провинции Персидский залив и мегавпадина Южный Каспий – реликты пассивной континентальной окраины палеоокеана Тетис / *Международный научно-технический и производственный электронный журнал «Науки о Земле»*, 2012. № 4-2012. С. 4-11.

12. Асланов Б.С. К оценке углеводородного потенциала зоны погребённых поднятий «Саатлы-Геокчай-Мугань» // *Научные труды*. 2016. № 1. С. 4-10.

REFERENCES

1. Ph. Vernant, F. Nilforoushan, D. Hatzfeld, M.R. Abbassi and other researchers. Present-day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman / *Geophysical Journal International*, France 157. 2004. S. 381-398.

2. Klimov S.V. Rol' geodinamicheskikh i flyuidodinamicheskikh processov v formirovanii i prostranstvenno-vremennom razmeshchenii mnogoplastovykh mestorozhdenij Severnogo Priob'ya Zapadnoj Sibiri // V knige «Kosmicheskie metody v geologii» – M.: Izd-vo MGU, 1988. 146 s.
3. Kuttyrev E.F. Konceptiya ehvolyucionnogo formirovaniya i pereformirovaniya zalezhej uglevodorodov i sodержashchih ih lovushek // Tez. dokl. «Geodinamika neftegazonosnykh bassejnov». M., 2004. T.1. S. 72-77.
4. Muslimov R.H., Glumov I.F. i dr. Neftnyanye i gazovye mestorozhdeniya – samorazvivayushchiesya i postoyanno vozobnovlyaemye ob"ekty // Geologiya nefti i gaza. Specvypusk. 2004. S. 43-49.
5. Guliev I.S., Kerimov V.YU., Osipov A.V., Mustaev R.N. Generaciya i akumulyaciya uglevodorodov v usloviyah bol'shih glubin zemnoj kory // Nauchnye trudy. 2017. № 1. S. 4-16.
6. Chernova I.YU., Hasanov D.I. i dr. Obnaruzhenie i issledovanie zon novejshih dvizhenij zemnoj kory instrumentami GIS // ArcReview. Sov. geoinformacionnye sistemy. 2005. № 1 (32). S. 6-7.
7. Kopylov I.S. Teoreticheskie i prikladnye aspekty ucheniya o geodinamicheskikh aktivnykh zonah // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2011. № 4; URL: www.science-education.ru/98-4745.
8. Kopylov I.S., Likutov E.Yu. Strukturno-geomorfologicheskij, gidrogeologicheskij i geohimicheskij analiz dlya izucheniya i ocenki geodinamicheskoy aktivnosti // Fundamental'nye issledovaniya. 2012. № 9 (Ch. 3). S. 602-606.
9. Timurziev A.I. K sozdaniyu novoj paradigmy neftegazovoj geologii na osnove glubinno-fil'tracionnoj modeli neftegazoobrazovaniya i neftegazonakopleniya // Geofizika. 2007. № 4. S. 49-60.
10. Nugmanov B.H. 3D strukturno-tektonicheskie modelirovaniya geologicheskogo stroeniya mestorozhdeniya «Kalamkas» // Nauchnye trudy. 2017. № 1. S. 17-23.
11. Aslanov B.S. Neftegazonosnye provincii Persidskij zaliv i megavpadina Yuzhnyj Kasp' – relikty passivnoj kontinental'noj okrainy paleookeana Tetis / Mezhdunarodnyj nauchno-tekhnicheskij i proizvodstvennyj ehlektronnyj zhurnal «Nauki o Zemle», 2012. № 4 -2012. S. 4-11.
12. Aslanov B.S. K ocenke uglevodorodnogo potenciala zony pogrebyonnykh podnyatij «Saatly-Geokchaj-Mugan'» // Nauchnye trudy. 2016. № 1. S. 4-10.

ABOUT POSSIBLE INFLUENCING OF NEOTECTONIC PROCESSES ON FORMING OF PETROCONDENSATE POOLS OF AZERBAIJAN**Aslanov B.S.**

Annotation: during the period of oil and gas condensate deposits formation within the depths of the Earth's crust, natural processes among other geodynamic factors have greatest impact. There are about 200 thousand to 1 million earthquakes on Earth annually; some of them take place on the territory of Azerbaijan. Earthquakes, volcanism, solar activity, lunar-solar tides affect the formation of oil and gas deposits; they create changes in the elastic forces of hydrocarbon-containing rocks, and within reservoirs they evoke migration of hydrocarbons as well as generation and accumulation of hydrocarbons. It is logical to assume that, the formation of such deposits is determined by rotational, horizontal and vertical tectonic movements. These neotectonic processes are one of the main factors in the movement of hydrocarbons within the reservoir. Unfortunately, these factors have not been studied well by specialists and scientists of Azerbaijan.

The author of this article is trying to clarify to a certain degree this neotectonic process on the territory of Azerbaijan by comparison with adjacent regions based on GPS observations. He supposes that vertical tectonic movements within the Caspian-Quba oil and gas bearing area are vertical, and in the zone of the buried Kurdamir-Saatli-Mugan uplifts they are rotational, and within the Kura depression they are- horizontal tectonic movements which can play a direct role in the formation of hydrocarbon deposits in the future.

Key words: the Arabian table, travel of oil, field, midland strain, kinematic lamina, subductions.

© Асланов Б.С., 2018

Асланов Б.С. О возможном влиянии неотектонических процессов на формирование нефтегазоконденсатных залежей Азербайджана // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 5-12.

Aslanov B.S., 2018. About possible influencing of neotectonic processes on forming of petrocondensate pools of Azerbaijan. Vector of Geosciences. 1(2): 5-12.

УДК 624.131

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТА НА БАЛЛЬНОСТЬ ПЛОЩАДОК ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Калачук Т.Г. – кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, kalachyuk.tg@bstu.ru

Кара К.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, kara.ka@bstu.ru

Аннотация: постоянная угроза землетрясений в сейсмически опасных районах, вызывает необходимость исследования вопросов сейсмостойкости сооружений и разработки методов их проектирования с учетом сейсмического фактора. Значительную долю в общем объеме инженерных сооружений в строительстве занимают малые и средние мосты, подземные сооружения и другие. Достоверные данные можно получить только экспериментальным путем, так как они являются существенным источником для теории сейсмостойкости сооружений. Условия сейсмостойкости сооружений достигаются надлежащим их проектированием и строительством с учетом сейсмического воздействия.

Ключевые слова: землетрясение, балльность, грунт, подземные сооружения.

Введение. Как известно, грунтовые мощности существенно влияют на интенсивность землетрясений, т.к. они происходят на определенной глубине. Сейсмические волны на разных уровнях поверхности различны. В соответствии с этим, различаются кинематические элементы, определяющие интенсивность землетрясения. В практических целях необходимо знать, как изменяется расчетная балльность на заданной глубине основания с учетом периодов прихода сейсмических волн. При инструментальных данных использовалась модель грунта в виде слоя рыхлых отложений подстилаемых мощной толщей коренных пород, которые принимаются в виде упругого полупространства с допущением, что нижняя граница коренных пород залега-

ет достаточно глубоко, и скоростная дифференциация на нижней границе коренных пород незначительна [2].

Если в двухслойной системе мощность грунта такова, что в интересующем нас диапазоне периодов $H/I < 0,1$ [2], то в этом интервале двухслойная система в отношении спектральных особенностей эквивалентна однослойной системе с параметрами верхнего слоя и подстилаемого полупространства. Этот вывод можно сделать из связной стратиграфической колонки и сводного геологического профиля Прикопетдагской равнины для некоторых подземных сооружений однослойной системы. Это позволяет рассматривать из кинематических элементов только смещение грунтового слоя. Тогда для двухслойной системы имеем следующие выражения [1]:

$$W(Z, t)_{Z > H_1} = \frac{4 \cdot \rho_0 \cdot \rho_1 \cdot a_1 \cdot \cos\left(\omega \frac{H-Z}{a_1}\right) e^{i\omega t}}{\Delta} \quad (1)$$

$$W(Z, t)_{Z > H_1} = \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot a_0 \cdot [A \cdot \cos N_1 \cdot \omega + B \cdot \cos N_c \omega] e^{i\omega t}}{\Delta} \quad (2)$$

$$\Delta = \rho_0 \cdot a_0 \cdot [A \cdot \cos K_1 \cdot \omega + B \cdot \cos K_2 \cdot \omega] + i \cdot \rho_1 \cdot a_1 \cdot [A \cdot \sin K_1 \cdot \omega + B \cdot \sin K_2 \cdot \omega] \quad (3)$$

$$K_1 = \frac{H_1}{a_1} + \frac{H_2}{a_2} \quad K_2 = \frac{H_1}{a_1} - \frac{H_2}{a_2} \quad N_1 = \frac{H_1 - Z}{a_1} + \frac{H_2}{a_2} \quad N_2 = \frac{H_1 - Z}{a_1} - \frac{H_2}{a_2}$$

$$A = \rho_1 \cdot a_1 + \rho_2 \cdot a_2$$

$$B = \rho_1 \cdot a_1 - \rho_2 \cdot a_2$$

$$H = H_1 + H_2$$

Оценив изменения амплитуд колебаний, определяющих интенсивность землетрясения на различных глубинах заложения подземных сооружений, получим соответствующие резонансные кривые, построенных на основании выражений (1, 2). При этом берется отношение амплитуд, соответствующих одному и тому же периоду. В работе [3] с использованием градуировки для оценки измерения балльности получено выражение:

$$\Delta h = \frac{1}{\lg q} \cdot \lg \frac{W_1}{W_2}$$

где q – отношение амплитуд, при котором величина балльности изменяется на единицу; W_1 , W_2 – амплитуды, соответствующие заданному периоду, отнесенные к различным глубинам заложения.

Если мощность слоя – H , глубина основания сооружения, возведенного в заданном грунте, – h_i , то мощность в основании $H' = h - h_i$. Положим, что $Z = H_1 - H_2$, тогда из выражения (1) можем определить амплитуду колебаний на свободной поверхности.

Следует отнести это значение амплитуд к известной интенсивности землетрясения по результатам сейсмического микрорайонирования данной территории. Тогда, имея амплитуду колебания с глубиной заложения H' по формуле (3), можем определить балльности в зависимости от глубины и тем самым от интенсивности землетрясения, соответствующим подземным сооружениям данной территории.

Таблица 1

Изменение балльности с глубиной заложения

T , с	м/с	5 м	15 м	25 м	м/с	5 м	15 м	25 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,2	1000	0,08	0,12	0,36	600	0,08	0,52	1,47
	1100	0,02	0,08	0,24	700	0,08	0,39	1,16
	1200	0,02	0,07	0,24	800	0,03	0,30	0,66
	1300	0,1	0,03	0,14	900	0,02	0,02	0,64
0,25	1000	0,02	0,06	0,21	600	0,05	0,33	0,94
	1100	0,02	0,14	0,32	700	0,03	0,24	0,69
	1200	0,01	0,11	0,30	800	0,02	0,14	0,47
	1300	0,03	0,16	0,29	900	0,01	0,13	0,39
0,3	1000	0,02	0,05	0,16	600	0,03	0,22	0,66
	1100	0,05	0,16	0,14	700	0,03	0,16	0,46
	1200	0,01	0,06	0,16	800	0,03	0,12	0,33
	1300	0,01	0,04	0,15	900	0,02	0,09	0,27
0,35	1000	0,01	0,03	0,12	600	0,03	0,17	0,49
	1100	0,01	0,08	0,16	700	0,02	0,12	0,36
	1200	0,01	0,04	0,16	800	0,01	0,10	0,27
	1300	0,01	0,04	0,15	900	0,01	0,08	0,23
0,4	1100	0,01	0,02	0,16	600	0,01	0,12	0,35
	1200	0,01	0,02	0,12	700	0,01	0,09	0,26
	1300	0,01	0,02	0,12	800	0,01	0,08	0,21
	1400	0,01	0,04	0,08	900	0,01	0,05	0,16

Результаты вычисления смещений на разной глубине заложения показывают, что с возрастанием скорости распространения сейсмических волн интервал изменения смещения грунтового слоя сужается и наоборот;

аналогичный результат имеем и относительно периода проходящих сейсмических волн. Сравнительно большее значение принимает смещение на свободной поверхности и в её близости.

Соответствующие изменения балльности для подземных сооружений от свободной поверхности представим в виде таблицы, из которой видно, что изменение балльности в зависимости от скорости распространения сейсмических волн сравнительно меньше изменения периодов сейсмических волн, причем максимальное отличие балльности от свободной поверхности имеем при высокочастотных сейсмических волнах. Это означает, что уточнение балльности подземного сооружения в сейсмических районах имеет большое практическое значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кац А.З. Сейсмическое микрорайонирование с учетом изменения параметров колебаний и напряжений с глубиной // В сб. «Вопросы инженерной сейсмологии». М.: Наука, 1970. Вып. 13.

2. Кац А.З. Некоторые результаты исследований спектральных характеристик грунтов в районе Душанбинского сейсмического полигона // В сб. «Вопросы инженерной сейсмологии». М.: Наука, 1974. Вып. 16.

3. Кац А.З. Определение сейсмической балльности с учетом глубины основания фундамента сооружения // В сб. «Вопросы инженерной сейсмологии». М.: Наука, 1975. Вып. 17.

4. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Выскребенцев В.С. О начальном давлении просадочных грунтов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 6. С. 24-28.

5. Черныш А.С. Специфические свойства просадочных грунтов. Белгород, 2015.

6. Черныш А.С. К вопросу оценки устойчивости откосов сложенных просадочными грунтами при динамических воздействиях и увлажнении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 122-124.

7. Калачук Т.Г. К вопросу проектирования и строительства на слабых грунтах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 120-124.

8. Черныш А.С., Долженков Д.Ю. Повышение несущей способности фундамента

мелкого заложения на обводнённых глинисто-песчаных основаниях пойменных отложений // В сборнике: Научные технологии и инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 145-158.

9. Устич А.А., Черныш А.С. Регулирование напряженно-деформированного состояния грунта при устройстве фундаментов мелкого заложения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 2. С. 20-21.

10. Черныш А.С. Исследование закономерностей депрессионных деформаций толщи осадочных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. 1999. № 4. С. 219-220.

REFERENCES

1. Kac A.Z. Sejsmicheskoe mikrorajonirovanie s uchetom izmeneniya parametrov kolebanij i napryazhenij s glubinoj // V sb. «Voprosy inzhenernoj sejsmologii». M.: Nauka, 1970. Vyp. 13.

2. Kac A.Z. Nekotorye rezul'taty issledovanij spektral'nyh harakteristik gruntov v rajone Dushanbinskogo sejsmicheskogo poligona // V sb. «Voprosy inzhenernoj sejsmologii». M.: Nauka, 1974. Vyp. 16.

3. Kac A.Z. Opredelenie sejsmicheskogo ball'nosti s uchetom glubiny osnovaniya fundamenta sooruzheniya // V sb. «Voprosy inzhenernoj sejsmologii». M.: Nauka, 1975. Vyp. 17.

4. Kalachuk T.G., Yur'ev A.G., Karyakin V.F., Vyskrebencev V.S. O nachal'nom davlenii prosadochnyh gruntov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2014. № 6. S. 24-28.

5. Chernysh A.S. Specificheskie svoystva prosadochnyh gruntov. Belgorod, 2015.

6. Chernysh A.S. K voprosu ocenki ustojchivosti otkosov slozhennyh prosadochnymi gruntami pri dinamicheskikh vozdejstviyah i uvlazhnenii // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2015. № 6. S. 122-124.

7. Kalachuk T.G. K voprosu proektirovaniya i stroitel'stva na slabyyh gruntah // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2015. № 5. S. 120-124.

8. Chernysh A.S., Dolzhenkov D.Yu. Povyshenie nesushchej sposobnosti fundamenta melkogo zalozheniya na obvodnyonnyh glinisto-peschanyh osnovaniyah pojmenykh otlozhenij // V sbornike: Naukoemkie tekhnologii i innovacii Yubilejnaya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya, posvyashchennaya 60-letiyu BGTU im. V.G. Shuhova, XXI nauchnye chteniya. Belgo-

rodskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij universitet im. V.G. Shuhova. 2014. S. 145-158.

9. Ustich A.A., Chernysh A.S. Regulirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya grunta pri ustrojstve fundamentov melkogo zalozheniya // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2012. № 2. S. 20-21.

10. Chernysh A.S. Issledovanie zakonomernostej depressionnyh deformacij tolshchi osadochnyh porod // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'. 1999. № 4. S. 219-220.

THE INFLUENCE OF SOIL PROPERTIES BALLINEST SITES OF UNDERGROUND STRUCTURES

Kalachuk T.G., Kara K.A.

Annotation: the constant threat of earthquakes in seismically dangerous areas makes it necessary to study the issues of seismic resistance of structures and the development of methods for their design taking into account the seismic factor. A significant share in the total volume of engineering structures in construction is occupied by small and medium-sized bridges, underground structures and others. Reliable data can be obtained only experimentally, since they are an essential source for the theory of seismic stability of structures. The conditions of seismic stability of structures are achieved due to the design and construction taking into account seismic effects.

Key words: earthquake, grade, soil, underground structures.

© Калачук Т.Г., Кара К.А., 2018

Калачук Т.Г., Кара К.А. Влияние свойств грунта на балльность площадок подземных сооружений // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 13-16.

Kalachuk T.G., Kara K.A., 2018. The influence of soil properties ballinest sites of underground structures. Vector of Geosciences. 1(2): 13-16.

УДК 351.02

РАЗВИТИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЛАЖНОСТИ

Черныш А.С. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, gkadastr@mail.ru, chernysh.as@bstu.ru

Губарев С.А. – студент магистратуры, инженер кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, gubarev.sereja@yandex.ru

Аннотация: рассмотрены причины возникновения упругих деформаций в грунтах, их зависимости от физико-механических свойств грунта. Также представлены графические изображения результатов проведенных опытов.

Ключевые слова: просадочный грунт, пластические деформации, упругие деформации, вязкопластические деформации, компрессионных кривые.

Введение. Среди грунтов, на которых можно возводить здания и сооружения, не редко встречаются грунты с неустойчивыми структурными связями. Возведение конструкций на таких грунтах во многом связаны со специальными мероприятиями, несоблюдение которых часто приводит к непредсказуемым последствиям. К таким относятся – лессовые грунты. Как известно, лессовые грунты, вследствие неустойчивой структуры, под влиянием увлажнения резко изменяют свои физико-механические свойства. При этом, лессовые грунты могут получать упругие, пластические и вязкие деформации. Как показывают многочисленные опыты, теория линейных деформаций в условиях повышенной влажности не пригодна, т.к. деформации лессовых грунтов носят не линейный характер. Этим и объясняется несоответствие фактических величин просадок расчетным.

Основная часть. Нами установлена зависимость вязкопластических деформаций

лессовых грунтов от влажности, а в первую очередь, связь прочностных показателей с различными значениями влажности. Важно определить граничные условия области возможного применения теории линейных деформаций к просадочным грунтам в зависимости от степени влажности, что дает возможность установить удельные соотношения упругих и пластических деформаций с тем, чтобы наметить дальнейшие возможные пути установления теории напряженного состояния просадочного грунта, а также практические зависимости.

Рассматривалось нарастание влажности от естественного состояния просадочного грунта, до более высоких значений влажностей, соответствующих вязкопластическим состояниям грунта. Испытаниям подвергались образцы просадочного грунта с ненарушенной структурой, с четырьмя различными влажностями. Образцы были взяты из одного монолита лессовых отложений юга Запорожской области. Физические характеристики исследованного грунта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные физико-математические характеристики

Наименование района	Объемный вес γ , гс/см ³	Объемный вес скелета ρ_d , гс/см ³	Удельный вес γ_s , гс/см ³	Естественная влажность W	Предел текучести W_L	Предел раскатывания W_P	Число пластичности I_P	Пористость ρ , %	Коэффициент пористости, e
Белгородская область	1,45	1,402	2,72	0,046	0,35	0,22	0,13	98,7	0,945

Исследование проводилось на компрессионных приборах типа полевой одометр ($d = 64$ мм, $h = 20$ мм). Образцы грунта с заданной влажностью сжимались при определенных нагрузках ($P = 1, 2, 3$ кгс/см²) до стабилизации деформации. Путем разгрузки образцов устанавливался характер обратной ветви компрессионной кривой. Эксперименты проводились при каждой степени влажности и определенном давлении, по результатам которых строились загрузочные ветви

компрессионных кривых, после чего устанавливались величины упругих и относительных деформаций грунта.

Такая методика позволила получить количественные показатели упругих и пластических деформаций просадочного грунта в зависимости от напряжения и влажности. На рис. 1...3 представлены графические изображения результатов проведенных опытов.

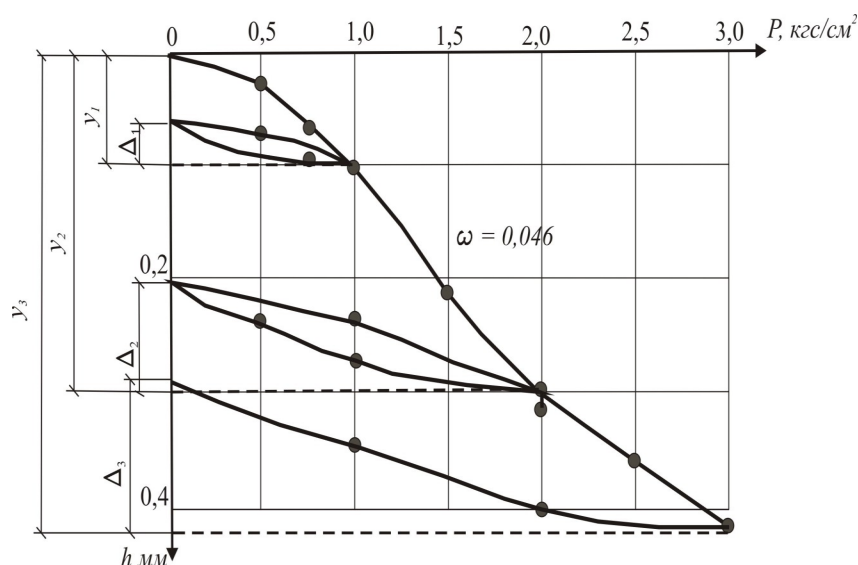


Рис. 1. Сжатие при нагрузке $P = 1$ кгс/см²

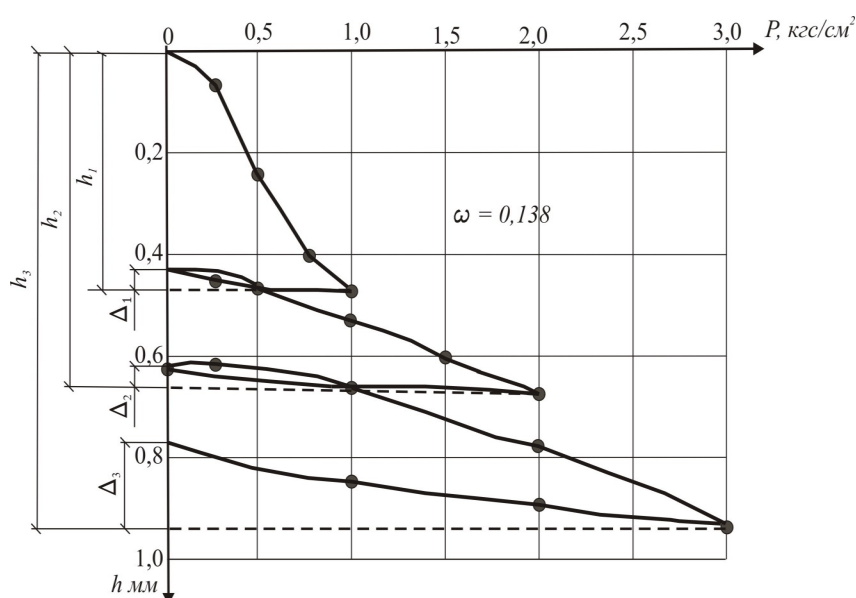


Рис. 2. Сжатие при нагрузке $P = 2$ кгс/см²

В табл. 2 собраны результаты испытаний четырех образцов для наглядного сравнения и систематизации.

Из приведенных графиков установлено, что соотношение упругих деформаций к

полным деформациям $\delta = \Delta/h$ с возрастанием влажности носит закономерный характер с тенденцией к уменьшенной до стабилизации [1...5].

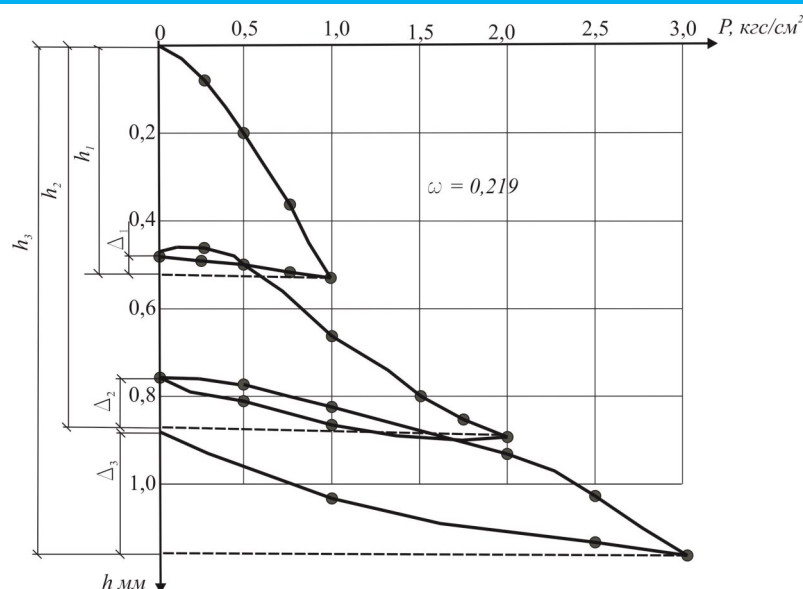
Рис. 3. Сжатие при нагрузке $P = 3 \text{ кгс/см}^2$

Таблица 2

Количественные показатели упругих и пластических деформаций испытанного грунта

№ образца	Влажность, W	Давление на грунт, кгс/см^2					
		$P = 1$		$P = 2$		$P = 3$	
		% упругой деформации δ	остаточная деформация, мм	% упругой деформации δ	остаточная деформация, мм	% упругой деформации δ	остаточная деформация, мм
1	0,046	13,8	0,132	29,2	0,198	34,1	0,282
2	0,138	7,1	0,510	10,9	0,685	18,9	0,785
3	0,219	5,9	0,522	11,2	0,812	18,2	0,915
4	0,249	4,6	0,762	10,2	0,910	17,4	1,192

На рис. 4, δ представляет процентное отношение упругих деформаций к общей, а Δ есть абсолютная величина упругих деформаций. Следует отметить, что при

одних и тех же значениях нагрузки, с увеличением влажности в соответствии с уменьшением упругой деформации увеличиваются пластические деформации.

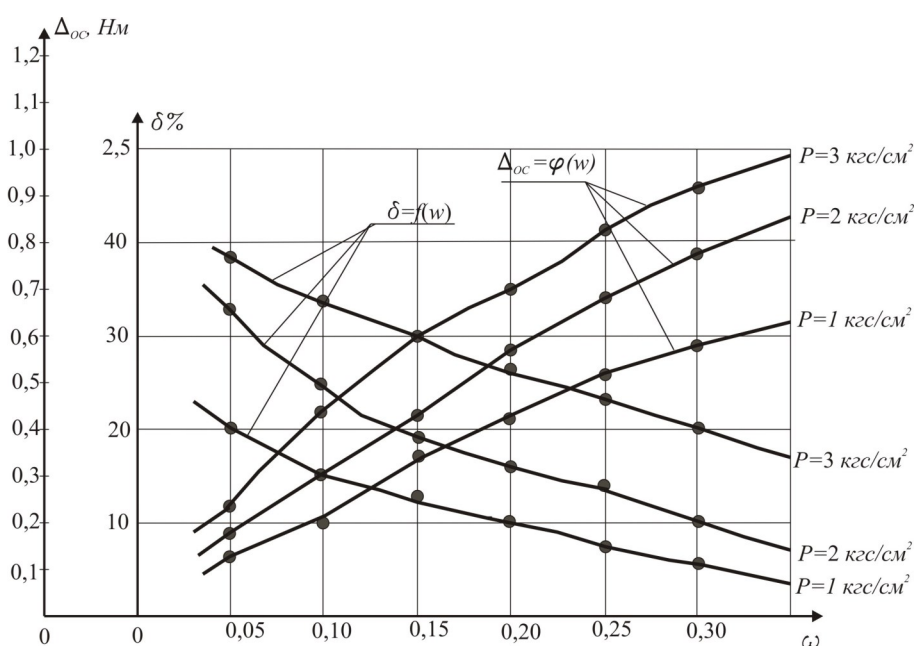


Рис. 4. График изменения упругих и пластических деформаций испытанных образцов грунта в зависимости от влажности

Заключение. Полученные данные показывают, что и при достижении влажности $W = 0,19...0,24$ упругие деформации составляют лишь 4,0 % от общей деформации и являются настолько незначительными, что использование теории упругости в этих условиях становится необоснованной. При этом коэффициент водонасыщения грунта равен 0,05...0,07. Данная работа требует продолжения в выделении области пластических деформаций и вязких деформаций в зависимости от напряженного состояния и влажности просадочного грунта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов Ю.В., Куликов Г.В., Копачевская И.Г. О зависимости между упругими, прочностными и физическими характеристиками структурно-неустойчивых грунтов // Мат-лы междунар. науч. конф. «Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство на рубеже 3-го тысячелетия». Харьков: ХГАДТУ, 2002.
2. Калачук Т.Г., Шин Е.Р. О видах деформации лессовых просадочных грунтов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 59-61.
3. Черныш А.С., Губарев С.А. Учет реологических особенностей грунта // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №1. С. 5-7.
4. Пантюшина Е.В. Лессовые грунты и инженерные методы устранения их просадочных свойств // Ползуновский вестник. 2011. № 1. С. 127-130.
5. Усманов Р.А. Водонасыщенные лессовые грунты как основания зданий и сооружений в условиях республики Таджикистан. С-П.: Санкт-Петербургский гос. архитектурно-строительный ун-т. 2009. 210 с.

REFERENCES

1. Belov Yu.V., Kulikov G.V., Kopachevskaya I.G. O zavisimosti mezhdu uprugimi, prochnostnymi i fizicheskimi harakteristikami strukturno-neustojchivyh gruntov // Mat-ly mezhdunar. nauch. konf. «Avtomobil'nyj transport i dorozhnoe hozyajstvo na rubezhe 3-go tysyacheletiya». Har'kov: HGADTU, 2002.
2. Kalachuk T.G., Shin E.R. O vidah deformacii lessovyh prosadochnyh gruntov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2016. № 3. S. 59-61.
3. Chernysh A.S., Gubarev S.A. Uchet reologicheskikh osobennostej grunta // Vektor GeoNauk. 2018. T.1. №1. S. 5-7.
4. Pantyushina E.V. Lessovye grunty i inzhenernye metody ustraneniya ih prosadochnyh svoystv // Polzunovskij vestnik. 2011. № 1. S. 127-130.
5. Usmanov R.A. Vodonasyshchennye lessovye grunty kak osnovaniya zdaniy i sooruzhenij v usloviyah respubliky Tadzhiqistan. S-P.: Sankt-Peterburgskij gos. arhitekturno-stroitel'nyj un-t. 2009. 210 s.

THE DEVELOPMENT OF ELASTIC DEFORMATION OF LOESS SOILS IN DEPENDING ON THE HUMIDITY

Chernysh A.S., Gubarev S.A.

Annotation: the causes of elastic deformations in soils, their dependence on the physical and mechanical properties of the soil are considered. Graphic images of the results of the experiments are also presented.

Key words: subsidence soil, plastic deformation, elastic deformation, viscoplastic deformation, compression curves.

© Черныш А.С., Губарев С.А., 2018

Черныш А.С., Губарев С.А. Развитие упругих деформаций лессовых грунтов в зависимости от влажности // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 17-20.

Chernysh A.S., Gubarev S.A., 2018. The development of elastic deformation of loess soils in depending on the humidity. Vector of Geosciences. 1(2): 17-20.

УДК 504.55.054:622(470.6)

МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ПРИ ДОБЫЧЕ РУД

Голик В.И. – доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский государственный технологический университет, главный научный сотрудник Геофизического института Владикавказского научного центра РАН, v.i.golik@mail.ru

Савелков В.И. – аспирант кафедры горное дело, Северо-Кавказский государственный технологический университет

Гашимова З.А. – старший преподаватель кафедры информатики, Северо-Кавказский государственный технологический университет

Келехсаев В.Б. – испытательный центр «ИРИСТОН», Северо-Кавказский государственный технологический университет

Аннотация: на примере Садонского месторождения обоснованы модели взаимодействия природных и технических систем на основе геомеханической сбалансированности при подземной добыче руд. Проанализированы явления в рудовмещающем породном массиве в результате совместного воздействия природных и техногенных напряжений, которые описываются гипотезами, представляющими массивы состоящими из дискретных породных блоков, например, Ветрова С.В. с синергетическим эффектом, создающие новые поля. Уточнены основы управления геомеханикой массивов и земной поверхности в районе освоения недр с обеспечением их сохранности в течение неопределенно долгого периода времени. Приведены результаты моделирования техногенных напряжений на низкомолекулярных материалах. Предложена схема управления напряжениями в массиве путем разделения его на геомеханически сбалансированные участки. Приведены результаты моделирования порядка отработки месторождения на состояние массива при сплошной, отступающей и двухстадийной выемке. Дана модель прочности элементов природно-техногенной системы. Основным способом предупреждения катастрофических геодинамических явлений в массивах Садонских полиметаллических месторождений и их окрестностей является ограничение величины и направления напряжений и корректировка несущей способности пород во времени и пространстве технологическими методами. Комплекс разработанных моделей обеспечивает минимизацию катастрофических масштабов связанных друг с другом природных и технологически наведенных полей напряжений. Показано, что управление рудовмещающими массивами на геомеханической основе является реальным резервом упрочнения экономики за счет снижения разубоживания и потерь при добыче руд.

Ключевые слова: месторождение, модель взаимодействия, геомеханика, подземная добыча, напряжения, массивы, управление геомеханикой.

История промышленной разработки Садонских месторождений насчитывает почти 200 лет. Рудовмещающий массив и земную поверхность сохраняли от обрушения оставлением рудных целиков [1...3].

В современной горной практике проблемы безотходной и ресурсосберегающей разработки решают с использованием природоохранных технологий, сущность которых сводится к следующим

Введение. положениям [4...7]:

– закладка технологических пустот;
– выщелачивание руд с использованием хвостов выщелачивания для управления геомеханикой массивов.

Явления, происходящие в массиве в результате совместного воздействия природных и техногенных напряжений, описываются гипотезами, представляющими массивы, состоящими из дискретных породных блоков, например, Ветрова С.В., которые с синергетическим эффектом создают новые поля.

Изучение особенностей скальных массивов, свойства пород и массивов и поведение их в процессе добычи полезных ископаемых является целью современных исследований по существу проблемы. На основании получаемых аналитически и экспериментально сведений совершенствуется методика управления массивом, в том числе, технологии управления состоянием пустот и методы их оптимизации.

Цели и задачи. Целью исследования является обоснование параметров природоохранных технологий управления массивом, которые сохраняли бы сбалансированность массивов и земной поверхности в районе освоения недр.

Цель достигается решением ряда задач, объединенных комплексным учетом влияний напряжений на поведение массива в результате техногенного вмешательства [8...10].

Методы. Методика исследования включает в себя систематизацию и анализ теоретических положений по существу проблемы, экспериментальное доказательство обсуждаемых вопросов моделированием с критическим анализом полученных результатов и научное прогнозирование перспектив.

Результаты. При отработке запасов руд критерием эффективности технологии является профилактика критических напряжений в массиве. Уровень техногенных напряжений определяется моделированием

на низкомолекулярных материалах с фоторегистрацией результатов.

Условие устойчивости:

$$\sigma_1 - \sigma_2 \geq \sin \delta (\sigma_1 + \sigma_2) + \sigma_{сж} + (1 + \sin \delta)$$

где σ_1 – горизонтальные напряжения; σ_2 – вертикальные напряжения; δ – угол внутреннего трения, градус; $\sigma_{сж}$ – угол внутреннего трения.

Напряжение в массиве:

$$G_H = \gamma H \frac{G_M}{\sigma_B}$$

где γ – плотность пород, т/м³; H – глубина нахождения точки, м; σ_B – напряжение в модели.

Боковой распор 0,5, 1,0, 1,5; угол наклона силового вектора к вертикальной оси $\alpha = 0$; модуль закладки 0,1 МПа, модуль вмещающих пород – 1,4 МПа.

Напряжения в модели:

$$\sigma_M = \sigma^{1,0} \times n$$

где $\sigma^{1,0} = 0,1$ кгс/см² на одну полосу; n – номер полосы в точке модели.

Варианты состояния очистных камер: без закладки и с закладкой.

При коэффициенте бокового распора $\lambda = 0,5$ максимальные напряжения в зонах замков свода и стенках камер равны $7,6 \times 7,5 = 57$ МПа, а вершине свода потолочины $7,6 \times 2 = 15$ МПа. В междукammerном целике максимальные сжимающие напряжения составили $7,6 \times 6,5 = 49$ МПа (рис. 1).

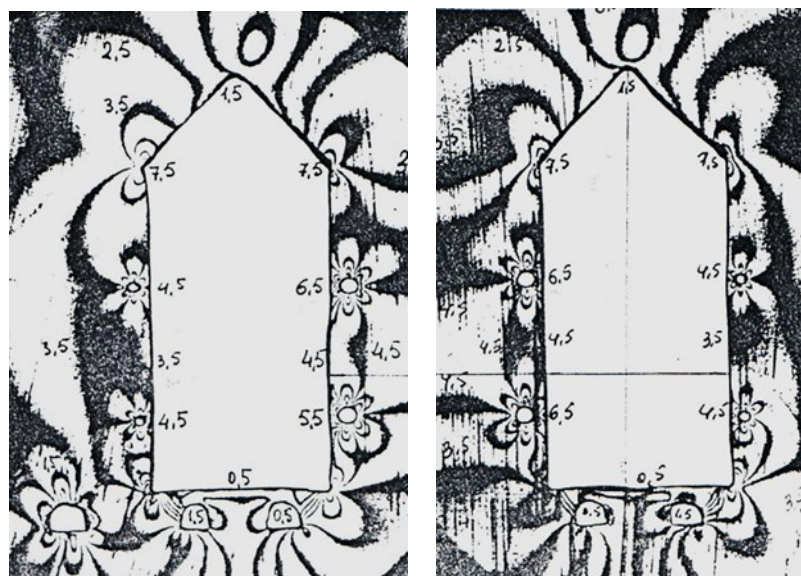


Рис. 1. Напряжения при коэффициенте бокового распора 0,5: слева – открытая камера; справа – заложённая камера

При коэффициенте бокового распора $\lambda = 1,0$ в зонах замков свода, потолочине и стенках камеры напряжения составляют:

$7,6 \times 6,5 = 49$ МПа. В целике максимальные напряжения снижаются: $7,6 \times 5,5 = 42$ МПа (рис. 2).

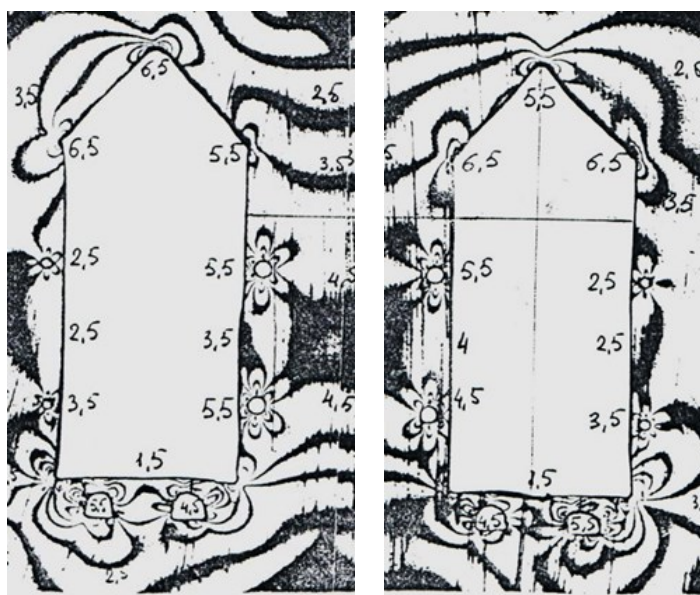


Рис. 2. Напряжения при коэффициенте бокового распора 1,0: слева – открытая камера; справа – заложная камера

При коэффициенте бокового распора $\lambda = 1,5$ в зонах замков свода потолочины и стенки камеры напряжения составляют

$7,6 \times 6,5 = 49$ МПа, а в своде потолочины до $7,6 \times 8,5 = 64$ МПа против 15 при коэффициенте бокового распоре 0,5 (рис. 3).

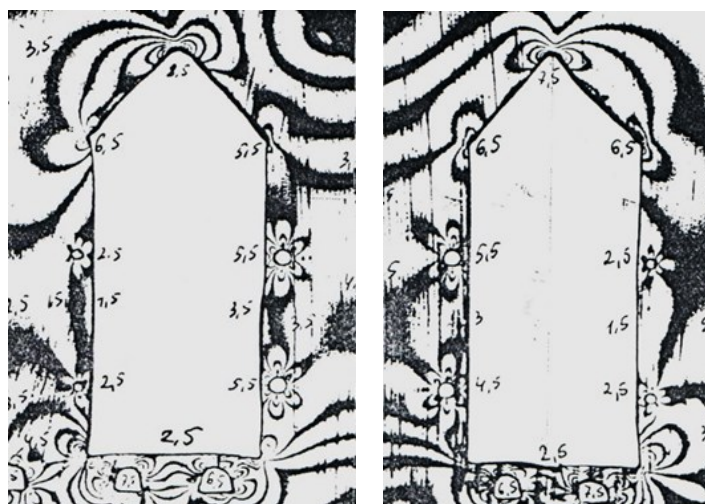


Рис. 3. Напряжения при коэффициенте бокового распора 1,5: слева – открытая камера; справа – заложная камера

При изменении коэффициента бокового распора от 0,5 до 1,5 напряжения в потолочине увеличились от 41 МПа до 140 МПа.

Максимальные напряжения на контурах камеры и в замках потолочины развиваются при коэффициенте бокового распора 1,5. Закладка камер твердеющими смесями снижает уровень напряжений в потолочине примерно в 2 раза. При вариантах без

закладки в междукamerных целиках величина напряжений увеличивается. Результаты моделирования сводятся к следующему:

- эффективность технологий добычи коррелятивно зависит от уровня напряжений в массиве;
- надежное управление геомеханикой массива обеспечивается при заполнении пустот твердеющими смесями.

Рациональна схема управления массивом с разделением его на геомеханически сбалансированные участки, обеспечивающие безопасность работ не только во время выемки, но и в течение неопределенно долгого периода времени (рис. 4).

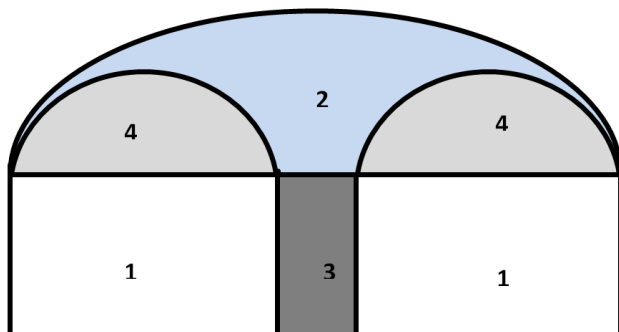


Рис. 4. Уменьшение пролета выработки разделением массива на геомеханически сбалансированные участки: 1 – выработка; 2 – первичный свод естественного равновесия; 3 – разделяющий массив; 4 – вторичный свод естественного равновесия

Выбор технологии для отработки месторождений осуществляется с учетом фактора ухудшения качественных показателей разработки при разрушении массива.

Влияние порядка отработки месторождения на состояние массива моделировали для вариантов сплошной, отступающей и двухстадийной выемки (рис. 5). Показатель величины горного давления фиксировали приборами. Сдвигения фиксировали реперами. Глубина работ – 400 м; объемный вес пород – 2,8 т/м³; прочность пород на сжатие – 1000 кг/см²; угол падения залежи – 200; высота выработки – 3 м.

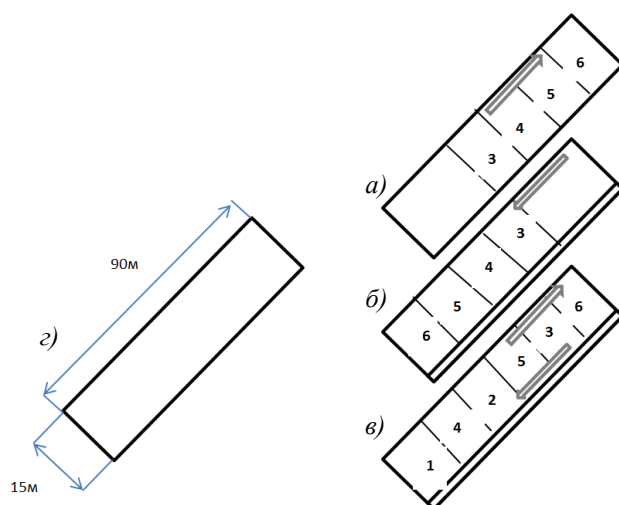


Рис. 5. Варианты выемки руд: а – сплошная; б – сплошная в отступающем порядке; в – двух-стадийная; г – схема модели

Масштаб моделирования 1:200. Породы и руды имитированы песчано-цементной смесью в соотношении 15:1 при водоцементном отношении 1,7. Расход компонентов: песок – 170 кг, цемент марки 400 – 12 кг, вода – 20 л на 1 м³.

Ненарушенность массива выработками в модели «а» способствует равномерному распределению опорного давления. В модели «б» проходка выработок увеличивает напряжения на 20...30 %. В модели «в» концентрация напряжений увеличивается до максимальных размеров из-за увеличения площади подработки, особенно при уменьшении размеров целиков.

Устойчивость земной поверхности над выработанным месторождением гарантируется от возникновения воронок, провалов зон сдвижений при условии:

$$H > H_p = 55l_{\text{экв}} \cdot f^{-1,3} = Kl_{\text{экв}}$$

$$\lambda_{\text{экв}} = \frac{L \cdot \lambda}{\sqrt{L^2 + (\lambda')^2}}$$

где H – глубина верхней границы выработанного пространства, м; H_p – расчетная глубина развития неопасных напряжений, м; $l_{\text{экв}}$ – эквивалентный пролет, м; f – коэффициент крепости пород по Протождяконову; L – размер выработанного пространства по простиранию; l' – горизонтальная проекция выработанного пространства вкост простирания; K – коэффициент запаса надежности.

Условие обеспечения безопасности земной поверхности от деформаций:

$$\frac{H \cdot S}{V} > 6$$

где S – площадь выработанного пространства, м²; V – объем выработанного пространства, м³.

Оптимизация параметров технологических процессов на геомеханической основе минимизирует величину деформаций. Условие прочности элементов природно-техногенной системы определяется моделью:

$$\sigma_1 \pm k\sigma_{2,3} \leq \sigma_{сж} = \begin{cases} \sigma_{сж}^0 = \int_0^{Z_{0m}^{ax}} f(x)(dx_1, dx_2 \dots dx_n) \rightarrow \begin{cases} \sigma_{закл} = \int_0^{Z_{0m}^{ax}} f(x)(dH_S) \\ \sigma_{закл} = \int_0^{Z_{0m}^{ax}} f(x)(dH_S + dH_C) \end{cases} \\ \sigma_{сж}^{ост} \text{ при } H_C = H \rightarrow \sigma_{закл} = \int_0^B f(x)(dH) \end{cases}$$

где σ_1 – вертикальная составляющая главных напряжений; $\sigma_{2,3}$ – горизонтальные составляющие главных напряжений, МПа; k – коэффициент влияния геологических условий; $\sigma_{сж}$ – напряжения в верхнем слое пород, МПа; σ^0 – напряжения в зоне влияния выработки, МПа; $\sigma_{сж}^{ост}$ – остаточная прочность разупрочненных пород, МПа; Z_0 – плоский пролет обнажения пород кровли, м; $x_1, \dots, x_n$ – характеристики пород; $\sigma_{закл}$ – прочность закладочного массива при сжатии, МПа; B – ширина зоны обрушения; H – высота зоны обрушения, м; H_C – высота зоны влияния вы-

работок, м; H_S – высота закладочного массива, м.

$$\begin{aligned} \sum \sigma &= T_y \cdot \sum \varepsilon \cdot k, \\ \sum \varepsilon &= T_n \cdot \sum \sigma \cdot k, \end{aligned}$$

где σ – напряжения; ε – деформации; T_y и T_n – тензоры, соответственно, упругости и податливости; k – коэффициент дискретности.

Зависимость качественных показателей разработки месторождения от состояния скальных массивов описывается моделью [11...13]:

$$\sigma \cdot h_K = \int_{l_{min}}^{l_{max}} f(x)(dx_1, dx_2 \dots dx_n) \rightarrow n, R = \int_{l_{min}}^{l_{max}} f \cdot x(dh_K + dh)$$

где σ – напряжения в зоне влияния выработки, МПа; K_3 – коэффициент корректировки напряжений; l_{max} , l_{min} – пролеты обнажения пород, м; $x_1 \dots x_n$ – технологические, физико-механические и иные характеристики; P – потери руд, доли ед.; R – разубоживание руд породами, доли ед.; h_3 – высота закладочного массива, м; h_n – высота влияния горных выработок, м.

Результаты исследования согласуются с результатами аналогичных исследований других авторов [14...18].

Выводы. Основным способом предупреждения катастрофических геодинамических явлений в массивах Садонских полиметаллических месторождений и их окрестностей является ограничение величины и направления напряжений и корректировка несущей способности пород во времени и пространстве технологическими методами.

Управление массивами на геомеханической основе является резервом упрочнения экономики горного предприятия за счет повышения качества добываемых руд.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Ignatov V.N., Khasheva Z.M. The history of Russian

Caucasus ore deposit development // Journal of the Social Sciences. 2016. Т. 11. № 15. С. 3742-3746.

2. Голик В.И., Якименко А.Д., Цидаев Т.С. Садонские месторождения: история и проблемы разработки // Горный журнал. 2004. № 10. С. 025-028.

3. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Каргин К.Г. Основа устойчивого развития РСО-Алания – горнодобывающая отрасль // Устойчивое развитие горных территорий. Владикавказ. 2017. №2(32). С.163-171.

4. Dold B., Weibel L. Biogeometallurgical pre-mining characterization of ore deposits: An approach to increase sustainability in the mining process // Environmental Science and Pollution Research. 2013. V. 20. №. 11. P. 7777–7786.

5. Stefanov Yu.P., Chertov M.A., Aidagulov G.R., Myashikov A.V. Dynamics of inelastic deformation of porous rocks and formation of localized compaction zones studied by numerical modeling // J. Mech. and Phys. Solids. 2011. Vol. 59, No. 11.

6. Yunjin H., Guolong C., Weiping C., Zhenjun Y. Simulation of hydraulic fracturing in rock mass using a smeared crack model // Computers and Structures. 2014. Vol. 137. P. 72–77.

7. Яковлев Д.В., Цирель С.В., Мулев С.Н. Закономерности развития и методика оперативной оценки техногенной сейсмической активности на горных предприятиях и в горнодобывающих регионах // ФТПРПИ. 2016. № 2. С. 34–47.

8. Haeri H., Shahriar K., Fatehi Marji M., Moarefvand P. Experimental and numerical study of crack propagation and coalescence in pre-cracked rock-like disks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2014. Vol. 67. P. 20–28.

9. Козырев А.А., Федотова Ю.В., Журавлева О.Г. Вероятностный прогноз сейсмических зон в условиях удароопасных месторождений Хибинского массива // Вестник МГТУ. 2014. Том 17. № 2. С. 225–230.

10. Анохин А.Г., Семенько К.А., Дарбинян Т.П., Цирель С.В., Мулев С.Н. Методология учета степени влияния нарушенности рудопородного массива на сейсмический риск // Горный журнал. 2014. № 4. С. 19–24.

11. Shojaei A., Dahi Taleghani A., Li G. A continuum damage failure model for hydraulic fracturing of porous rocks // International Journal of Plasticity. 2014. Vol. 59. P. 199–212.

12. Reiter K., Heidbach O. 3-D geomechanical-numerical model of the contemporary crustal stress state in the Alberta Basin (Canada). Solid Earth. 2014. №5. P. 1123–1149.

13. Протосеня А. Г., Куранов А. Д. Методика прогнозирования напряженно-деформированного состояния горного массива при комбинированной разработке Коашвинского месторождения // Горный журнал. 2015. № 1. С. 67–71.

14. Чунуев И. К. Методика определения качества породных массива на начальных стадиях проектирования. Программа DIPS // Известия КТУ им. И. Раззакова. 2014. № 33. С. 554–557.

15. Юн А.Б., Рыльникова М.В., Терентьева И.В. О перспективах и стратегии освоения Жезказганского месторождения // Горный журнал. 2015. № 5. С. 44–49.

16. Голик В.И. Концептуальные подходы к созданию мало- и безотходного горнорудного производства на основе комбинирования физико-технических и физико-химических геотехнологий // Горный журнал. 2013. № 5. С. 93–97.

17. Голик В.И., Комащенко В.И., Качу-

рин Н.М. Концепция комбинирования технологий разработки рудных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 76–88.

18. Голик В.И., Комащенко В.И., Шкуратский Д.Н. Оптимизация состава твердеющих смесей по геомеханическим условиям при подземной разработке рудных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 3. С. 164–176.

19. Галаов Р.Б., Звездин В. А., Шабаров А.Н. Геомеханическое обоснование безопасных способов разработки тектонически напряженных блоковых структур рудных залежей Талнахского узла // Горный журнал. 2013. № 12. С. 17–21.

REFERENCES

1. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Ignatov V.N., Khasheva Z.M. The history of Russian Caucasus ore deposit development // Journal of the Social Sciences. 2016. T. 11. № 15. S. 3742–3746.

2. Golik V.I., YAkimenko A.D., Cidaev T.S. Sadonskie mestorozhdeniya: istoriya i problemy razrabotki // Gornyj zhurnal. 2004. № 10. S. 025–028.

3. Golik V.I., Razorenov YU.I., Karginov K.G. Osnova ustojchivogo razvitiya RSO-Alaniya – gornodobyvayushchaya otrasl' // Ustojchivoe razvitie gornyh territorij. 2017. №2(32). S.163–172.

4. Dold B., Weibel L. Biogeometallurgical pre-mining characterization of ore deposits: An approach to increase sustainability in the mining process // Environmental Science and Pollution Research. 2013. Vol. 20. № 11. S. 7777–7786

5. Stefanov Yu.P., Chertov M.A., Aidagulov G.R., Myashikov A.V. Dynamics of inelastic deformation of porous rocks and formation of localized compaction zones studied by numerical modeling // J. Mech. and Phys. Solids. 2011. Vol. 59. No. 11.

6. Yunjin H., Guolong C., Weiping C., Zhenjun Y. Simulation of hydraulic fracturing in rock mass using a smeared crack model // Computers and Structures. 2014. Vol. 137. S. 72–77.

7. Yakovlev D.V., Cirel' S. V., Mulev S.N. Zakonomernosti razvitiya i metodika operativnoj ocenki tekhnogennoj sejsmicheskoy aktivnosti na gornyh predpriyatiyah i v gornodobyvayushchih regionah // FTPRPI. 2016. № 2. S. 34–47.
8. Haeri H., Shahriar K., Fatehi Marji M., Moarefvand P. Experimental and numerical study of crack propagation and coalescence in pre-cracked rock-like disks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2014. Vol. 67. S. 20–28.
9. Kozyrev A.A., Fedotova Yu.V., ZHuravleva O.G. Veroyatnostnyj prognoz sejsmoopasnyh zon v usloviyah udaroopasnyh mestorozhdenij Hibinskogo massiva // Vestnik MGTU. 2014. T. 17. № 2. S. 225–230.
10. Anohin A.G., Semen'ko K.A., Darbinyan T.P., Cirel' S.V., Mulyov S.N. Metodologiya ucheta stepeni vliyaniya narushennosti rudopородного massiva na sejsmicheskij risk // Gornyj zhurnal. 2014. № 4. S. 19–24.
11. Shojaei A., Dahi Taleghani A., Li G. A continuum damage failure model for hydraulic fracturing of porous rocks // International Journal of Plasticity. 2014. Vol. 59. S. 199–212.
12. Reiter K., Heidbach O. 3-D geomechanical-numerical model of the contemporary crustal stress state in the Alberta Basin (Canada). Solid Earth. 2014. № 5. S. 1123–1149.
13. Chunuev I. K. Metodika opredeleniya kachestva porodnyh massiva na nachal'nyh stadiyah proektirovaniya. Programma DIPS // Izvestiya KTU im. I. Razzakova. 2014. № 33. S. 554–557.
14. Yun A.B., Ryl'nikova M.V., Terent'eva I.V. O perspektivah i strategii osvoeniya Zhezkazganskogo mestorozhdeniya // Gornyj zhurnal. 2015. № 5. S. 44–49.
15. Golik V.I. Konceptual'nye podhody k sozdaniyu malo i bezothodnogo gornorudnogo proizvodstva na osnove kombinirovaniya fiziko-tekhnicheskikh i fiziko-himicheskikh geotekhnologij // Gornyj zhurnal. 2013. № 5. S. 93–97.
16. Golik V.I., Komashchenko V.I., Kachurin N.M. Konceptiya kombinirovaniya tekhnologij razrabotki rudnyh mestorozhdenij // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2015. № 4. S. 76–88.
17. Golik V.I., Komashchenko V.I., Shkuratskij D.N. Optimizaciya sostava tverdeyushchih smesey po geomekhanicheskim usloviyam pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestorozhdenij // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2016. № 3. S. 164–176.
18. Galaov R.B., Zvezdkin V.A., Shabarov A.N. Geomekhanicheskoe obosnovanie bezopasnyh sposobov razrabotki tektonicheskikh napryazhennyh blokovyh struktur rudnyh zalezhej Talnahskogo uzla // Gornyj zhurnal. 2013. № 12. S. 17–21.

**MODELS OF INTERACTION OF NATURAL AND TECHNICAL SYSTEMS
BASED ON GEOMECHANICAL BALANCE IN THE EXTRACTION OF ORES**

Golik V.I., Savelkov V.I., Gashimova Z.A., Kelekhsaev V.B.

Annotation: based on the example of the Sadonskoye deposit, models for the interaction of natural and technical systems based on the geomechanical balance in underground ore mining are substantiated. The phenomena in the ore-hosting rock mass are analyzed as a result of the combined effect of natural and man-made stresses, which are described by hypotheses representing arrays consisting of discrete rock blocks, for example, S.Vetrova. with a synergistic effect creating new fields. The fundamentals of the management of geomechanics of massifs and the earth's surface in the area of subsoil development with the provision of their preservation for an indefinite long period of time have been specified. The results of modeling technogenic stresses on low-molecular materials are presented. A scheme for controlling stresses in an array by dividing it into geomechanically balanced sections is proposed. The results of simulation of the order of mining of the deposit on the state of the array with a continuous, receding and two-stage excavation are given. The model of the strength of elements of the natural and technogenic system is given. The main way to prevent catastrophic geodynamic phenomena in the massifs of the Sadon polymetallic deposits and their environs is to limit the magnitude and direction of stresses and to adjust the bearing capacity of the rocks in time and space by technological methods. The complex of developed models provides minimization of catastrophic scales of natural and technologically induced stress fields connected with each other. It is shown that the management of ore-bearing arrays on a geomechanical basis is a real reserve of strengthening the economy by reducing dilution and losses during ore mining.

Key words: deposit, interaction model, geomechanics, underground mining, tension, arrays, geomechanics control.

© Голик В.И., Савелков В.И., Гашимова З.А., Келексаев В.Б., 2018

Голик В.И., Савелков В.И., Гашимова З.А., Келексаев В.Б. Модели взаимодействия природных и технических систем на основе геомеханической сбалансированности при добыче руд // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 21-28.

Golik V.I., Savelkov V.I., Gashimova Z.A., Kelekhsaev V.B., 2018. Problems Models of interaction of natural and technical systems based on geomechanical balance in the extraction of ores. Vector of Geosciences. 1(2): 21-28.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-AКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССАХ БУРЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Латышев О.Г. – доктор технических наук, профессор кафедры шахтного строительства, Уральский государственный горный университет, dozlat1@rambler.ru

Казак О.О. – кандидат технических наук, доцент кафедры шахтного строительства, Уральский государственный горный университет

Аннотация: Буровзрывные работы являются определяющим элементом горной технологии. Представленная работа направлена на исследование эффективности использования поверхностно-активных веществ (ПАВ) в процессах бурения, что определяет ее актуальность.

Цель работы: прогноз эффективности бурения шпуров и скважин с промывкой растворами ПАВ.

Методология исследования: лабораторные и опытно-промышленные испытания, фрактальный анализ закономерностей действия ПАВ на свойства и состояние горных пород, статистический анализ результатов.

Результаты: Действие ПАВ основано на адсорбционном понижении поверхностной энергии тел – эффект Ребиндера. Одной из особенностей эффекта является избирательность действия ПАВ, требующая тщательного выбора активных растворов в их оптимальной концентрации для конкретных горно-геологических условий. В работе предлагается методика выбора растворов ПАВ, основанная на фрактальных исследованиях временной функции изменения контактной прочности пород по мере действия активной среды. В результате аналитических и экспериментальных исследований, а также опытно-промышленных испытаний бурения шпуров с промывкой растворами ПАВ установлено следующее. Эффективность бурения определяется сложным взаимодействием и взаимообусловленностью параметров технологии и комплекса свойств разрушаемых пород. Безразмерная комбинация указанных характеристик определяет формулу критерия эффективности. Величина критерия линейно связана со скоростью бурения и может служить косвенной оценкой производительности процесса. Использование ПАВ позволяет увеличить скорость механического бурения различных пород в 1,2...1,5 раза. Важно, что эффект возрастает с увеличением крепости буримых пород. За счет снижения абразивности горных пород в поверхностно-активной среде значительно (в 1,2...1,6 раза) снижается износ и затупление бурового инструмента. Адсорбционная активность ПАВ способствует уменьшению запыленности шахтной атмосферы в 1,6...3,7 раза за счет уменьшения выхода тонких фракций продуктов бурения и подавления уже образовавшейся пыли. Бурение шпуров с промывкой растворами ПАВ благоприятно сказывается на эффективности последующих взрывных работ.

Выводы: Бурение шпуров и скважин с промывкой специально подобранными растворами ПАВ существенно повышает эффективность процесса с точки зрения повышения скорости бурения, снижения износа и затупления бурового инструмента, уменьшения запыленности шахтной атмосферы.

Ключевые слова: бурение шпуров и скважин, поверхностно-активные вещества, прогноз эффективности.

Введение. Разработка скальных пород осуществляется преимущественно с помощью буровзрывных работ (БВР). С точки зрения трудоемкости реализации наиболее значимым является процесс бурения шпуров и скважин. Перспективным средством повышения

эффективности бурения является использование в качестве промывочной жидкости специально подобранных растворов поверхностно-активных веществ (ПАВ) [1].

Поверхностно-активными называют вещества, положительно адсорбирующиеся на поверхности раздела фаз.

Их действие основано на адсорбционном понижении поверхностной энергии тел – эффекте Ребиндера [2]. В работах П.А. Ребиндера и его учеников [3, 4] показана связь адсорбционных процессов с механическими свойствами твердых тел. Так, в соответствии с теорией А. Гриффитса [5], снижение удельной поверхностной энергии тел приводит к уменьшению прочности тел и развитию трещин, в частности, в горных породах. Иницируемый ПАВ процесс трещинообразования существенно меняет саму структуру горной породы, а это неизбежно сказывается на величине практически всех ее свойств [6]. Наши исследования показывают [1, 7], что действие поверхностно-активной среды сопровождается снижением прочности скальных пород от 30 до 70 %, уменьшением модуля и предела упругости в среднем в 1,3...1,5 раза. Это дает возможность использовать ПАВ для повышения эффективности всех процессов горной технологии, связанных с разрушением горных пород.

Наибольший эффект следует ожидать при использовании ПАВ в процессах бурения. Это обусловлено тем, что активные молекулы вместе с промывочной жидкостью непосредственно доставляются на контакт породы с буровым инструментом, что исключает необходимость предварительного нагнетания растворов ПАВ в породный массив. Проникая в трещины зоны предразрушения под буровым снарядом, активный раствор ослабляет разрушаемый массив на значительную глубину [8]. Действительно, промывочная вода не способна передвигаться в мелких (капиллярных) трещинах, образуя мениск. А адсорбирующиеся молекулы ПАВ за счет двумерной миграции проникают в трещины до тех пор, пока их размеры не превысят величину раскрытия устья трещины. При этом за счет движущей силы адсорбции такие молекулы создают дополнительное давление в устье трещин, способствуя их развитию. Взаимодействие атомов в устье трещин во многом определяет динамику их роста [9, 10]. Наиболее общие закономерности роста трещин в упругих телах рассмотрены в работе [11]. Эти закономерности лежат в основе количественной оценки прочности горных пород [12].

Первые попытки использовать данные эффекты при бурении геологоразведочных и добычных скважин [13] выявили эффект избирательности действия ПАВ. Он заключается в том, что ошутимое разупрочняющее действие может обеспечить только родственное данной породе поверхностно-активное вещество в его оптимальной концентрации. Поэтому при бурении скважин в свите пластов, обладающих разным минеральным составом, каждому из них должен соответствовать свой оптимальный раствор ПАВ, но смена состава промывочной жидкости при бурении единичной скважины в этом случае явно не технологично. Дело значительно упрощается при бурении шпуров и скважин в однородном блоке пород или проходке выработки по конкретному пласту пород.

Таким образом, необходимой задачей является определение для данной породы эффективного раствора ПАВ в его оптимальной концентрации. Однако несмотря на почти столетний период исследований, надежного теоретического инструмента выбора оптимального ПАВ не создано. Поэтому господствует эмпирический подход и в обозримом будущем изменения ситуации не предвидится. Классическим инструментом оценки эффективности ПАВ служит изотерма адсорбции [4]. Другие способы основаны на оценке снижения в ПАВ удельной поверхностной энергии пород путем растяжения полуплоскости или пластины с трещиной, раскалывание диска с трещиной, изгиб балки с трещиной, измерение скорости роста трещины [1]. Однако сложность организации подобных опытов при необходимости исследования большой номенклатуры ПАВ в ступенчато изменяемой концентрации растворов делают такой подход в практическом плане малопродуктивным.

Результаты исследований. Эффективность действия ПАВ зависит не только от химического состава горных пород и активных молекул, но и в значительной мере от условий нагружения пород в рассматриваемом процессе [14]. Поэтому наиболее надежным способом выбора ПАВ была бы оценка их эффективности в конкретном процессе горной технологии. Однако на практике это практически нереализуемо.

Тогда в качестве критерия выбора ПАВ целесообразно исследовать те свойства пород, которые определяют их разрушаемость в данном процессе. Применительно к процессам бурения наиболее информативным является показатель контактной прочности пород [1, 7], определяемый путем внедрения штампа в поверхность породы. Причем методика определения данного показателя может быть реализована не только в лабораторных, но и в производственных условиях [15].

Организация опытов заключается в измерении контактной прочности пород по мере увеличения времени их контакта с активным раствором. Анализ результатов выполненных нами исследований различных скальных пород и растворов ПАВ показал следующее. Динамика изменения контактной прочности P_k во времени t носит циклически затухающий характер. Это обусловлено сложным механизмом взаимодействия активного раствора с образующимися под штампом трещинами [1]. В качестве примера на рис. 1 показаны графики относительно снижения контактной прочности известняка (Урал) во времени для различных концентраций раствора $MgCl_2$.

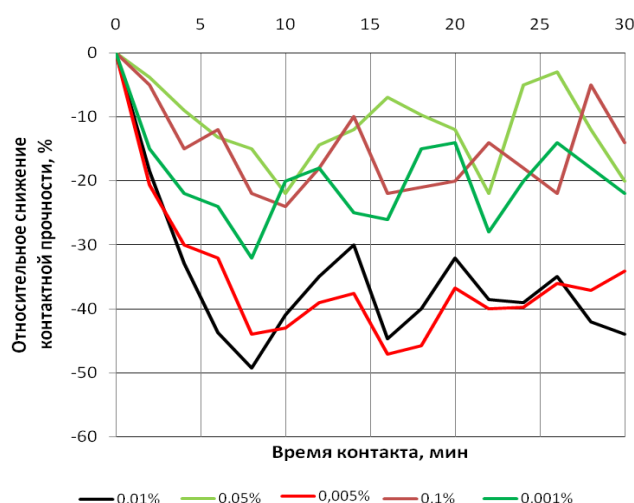


Рис. 1. Временные ряды контактной прочности известняка при различной концентрации раствора ПАВ

Характеристики описанного процесса определяются влиянием множества независимых случайных факторов, формирующих состав и строение горной породы. Поэтому динамику изменения контактной прочности следует рассматривать как стохастический временной ряд. Тогда задачей исследования

является разработка методики анализа таких рядов и обоснование критерия эффективности использования ПАВ в процессах бурения. Классический анализ таких рядов как случайной функции показал, что они обладают свойством эргодичности и могут описываться математическим ожиданием и дисперсией ее сечений, эмпирическим корреляционным моментом и корреляционной функцией. Однако для выбора и оценки эффективности действия ПАВ необходима выработка некоторого единичного количественного показателя.

Временные ряды, как правило, являются самоаффинными и в зависимости от масштаба могут характеризоваться различными фрактальными размерностями [16]. Самоаффинный фрактал на плоскости x, y определяется некоторой однородной функцией $f(x, y)$, которую можно привести к виду $f(rx, r^H y)$, где H – показатель Гельдера. Здесь множитель r определяет изменение масштаба по оси x , а r^H – по оси y . Если график ряда данных не имеет закономерных тенденций изменения (тренда), то по аналогии с броуновским движением его называют броуновским шумом со среднеекватическим отклонением: $S(t) \sim t^{1/2}$. Если изменения (блуждания точки) неслучайны и подчиняются закону: $S(t) \sim t^H$, где $H \neq 1/2$, то такое среднеекватическое отклонение Б. Мандельброт [17] назвал фрактальным броуновским движением. Показатель H определяет фрактальную размерность ряда: $d_f = 2 - H$. Такая размерность характеризует изломанность линии тренда, т.е. долю случайной составляющей. Поэтому прогностической функцией она не обладает, поскольку не дает информации о тенденции изменения исследуемого показателя во времени. Для этого следует вводить дополнительные меры.

Сложность пространственных временных рядов данных как объекта исследования определяет различие в методах оценки их свойств. Одним из таких методов является метод нормированного размаха, основанный на законе Хёрста [18]. Гидролог Гарольд Хёрст, проводил многолетние исследования сезонных и годовых колебаний водных стоков рек и, в частности, реки Нил.

Помимо стока рек Хёрст исследовал процессы отложения ила и рост колец деревьев. При этом, чтобы можно было сравнивать данные для разных явлений, он использовал безразмерное соотношение R/S , где R – размах ряда:

$$R(\tau) = \max X(t, \tau) - \min X(t, \tau); \quad (1)$$

здесь S – стандартное отклонение, т.е. корень квадратный из дисперсии:

$$S = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^T [x(t) - \langle x_t \rangle]^2}, \quad (2)$$

где $T = \tau$ – период наблюдений (длина ряда); $x(t)$ – составляющие ряда и $\langle x_t \rangle$ – их среднее значение за период наблюдения τ .

На основании большого числа наблюдений и статистического моделирования Хёрст обнаружил эмпирическую закономерность:

$$\frac{R}{S} = \left(\frac{T}{2}\right)^H, \quad (3)$$

названную впоследствии законом Хёрста, а константу H – *показателем Хёрста*. Показатель Хёрста совпадает с показателем Гельдера для фрактального броуновского шума и поэтому имеет одинаковое обозначение H .

Закону Хёрста подчиняется много реальных природных явлений, протекающих во времени. При $H = 0,5$ имеет место некоррелированный броуновский шум, т.е. временной ряд не имеет преобладающей тенденции. При $H > 0,5$ процесс, характеризуемый временным рядом, называют *персистентным*, т.е. устойчивым к имеющейся тенденции. Это означает, что если функция $f(t)$ возрастала, то и в дальнейшем наиболее вероятен ее рост. Если функция уменьшалась, то следует ожидать и дальнейшего ее снижения. При $H < 0,5$ процесс называют *антиперсистентным*, что подразумевает смену знака тенденции.

Показатель Хёрста можно определить по наклону графика $R/S = f(t)$, построенного в двойных логарифмических координатах:

$$\ln(R/S) = H \cdot \ln(T/2). \quad (4)$$

Составляющие вышеприведенных соотношений обычно относятся ко всему временному ряду. Иногда определения производят по его отдельным участкам, выделенным по каким-либо специальным признакам или статистическим критериям.

Выполним анализ временных рядов, представленных на рис. 1. Классический тренд-анализ показал наличие закономерной составляющей рядов с надежностью более 99 %. Задачей данных исследований является выбор наиболее эффективной концентрации ПАВ и его эффективность, т.е. степень разупрочнения горных пород. Чисто визуальный анализ графиков такой информации не дает в силу большой вариации значений контактной прочности пород. Поэтому для получения дополнительной информации использован метод нормированного размаха. Для этого опытные точки графиков (рис. 1) были представлены в логарифмических координатах, соответствующих уравнению (4). На рис. 2 для наглядности показаны точки, соответствующие концентрациям раствора 0,1 и 0,01 %. На рис. 3 показано изменение величины показателя Хёрста по времени контакта ПАВ с горной породой для тех же условий.

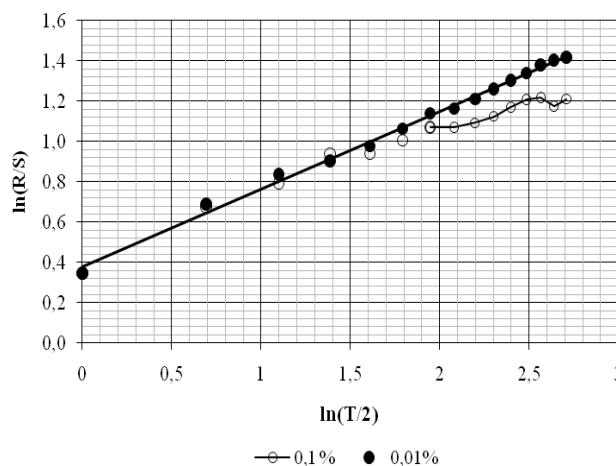


Рис. 2. Графики уравнения (4)

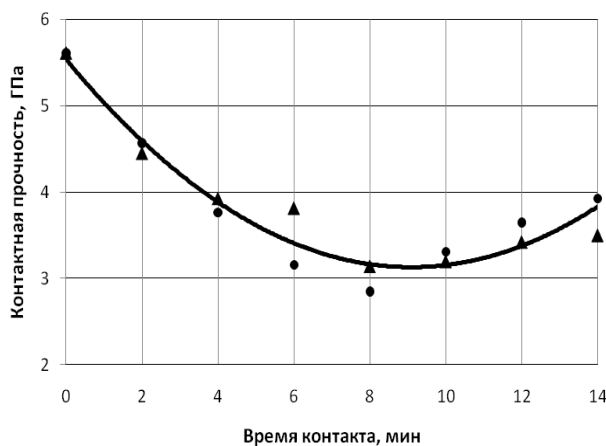


Рис. 3. Изменение контактной прочности известняков в растворе $MgCl_2$

Из графиков на рис. 2 видно, что для раствора MgCl_2 в концентрации 0,01 % соответствие закону Хёрста наблюдается во всем диапазоне изменения контактной прочности, что свидетельствует об устойчивости временного ряда. Для концентрации 0,1 % это соответствие наблюдается лишь в начальной стадии воздействия ПАВ, соответствующей первой полуволе графиков на рис. 1. В соответствии с характером закона Хёрста при $H = 0,5$ имеет место некоррелированный броуновский шум, т. е. временной ряд не имеет преобладающей тенденции.

При $H > 0,5$ процесс, характеризуемый временным рядом, является устойчивым к имеющейся тенденции (персистентным). Так, для раствора MgCl_2 0,01 % значение H во всем диапазоне больше 0,5. Напротив, для концентрации 0,1 % при действии ПАВ более 20 мин показатель H становится меньше 0,5, и этот участок тренда следует исключать из дальнейшего рассмотрения.

С формальных позиций для известняков наиболее эффективным раствором будет MgCl_2 в концентрации 0,01 %, обеспечивающий снижение контактной прочности в среднем на 50 %. Однако при этом следует учитывать вероятностный характер самого показателя контактной прочности. Для изученных пород нами установлено, что средний коэффициент вариации показателя (естественный разброс данных) составляет порядка 10 %. Следовательно, в интервале изменчивости $\pm 10\%$ значения P_k будут статистически неразличимы. Для известняка (рис. 1) в этот интервал попадают значения контактной прочности в минимуме первой полуволи графиков для концентрации 0,01 и 0,005 %. Этот интервал концентрации и следует признать оптимальным.

Для проектирования процессов разрушения горных пород требуется оценить конкретную величину контактной прочности пород, обработанных соответствующим раствором. Выполненный нами анализ различных пород и поверхностно-активных веществ показал, что достаточно надежно (в пределах естественной вариации контактной прочности) первую полуволну графиков функции $P_k = f(t)$ можно описать уравнением параболы в виде:

$$P_k(t) = A_1 \cdot t^2 + A_2 \cdot t + A_3. \quad (5)$$

Максимальное снижение контактной прочности (экстремум графика) определится выражением:

$$P_k = (4 \cdot A_1 \cdot A_3 - A_2^2) / 4 \cdot A_1. \quad (6)$$

График изменения контактной прочности для вышеописанных известняков в растворах MgCl_2 в интервале концентраций 0,01...0,005 % приведен на рис. 3. Уравнение зависимости определяется способом «наименьших квадратов» по опытным данным.

Параметры уравнения: $A_1 = 0,035$; $A_2 = -0,6$; $A_3 = 5,6$. В соответствии с формулой (6) действие ПАВ приводит к снижению контактной прочности известняков с 5,6 ГПа до 3,0 ГПа.

Таким образом, фрактальный анализ временных рядов позволяет получать дополнительную (по сравнению с классическим анализом случайных функций) информацию о закономерностях протекания различных процессов во времени. Описанные выше процедуры могут оказаться полезными для таких процессов как фильтрация в породный массив различных растворов [1].

На основании всестороннего изучения физики бурения, статистического моделирования процессов и методологических основ прогноза, изложенных в работе [7], для оценки эффективности использования ПАВ разработаны и апробированы соответствующие критерии [19], которые учитывают сложное взаимодействие параметров техники и технологии бурения и комплекса свойств горных пород и представляют собой безразмерные комбинации данных показателей. В частности, для перфораторного бурения такой критерий эффективности имеет вид:

$$K_6 = \ln \left\{ q_i \frac{\rho E_d (1 + \nu)}{k_n} \left[\frac{nQ}{d^2 P_k^2} \right]^2 \right\} \quad (7)$$

где n , Q – частота и энергия ударов; d – диаметр шпуров; ρ – объемная масса горных пород; E_d и ν – динамические модуль упругости и коэффициент Пуассона; P_k – контактная прочность; k_n – коэффициент неоднородности горных пород, определяемый характеристиками трещиноватости пород.

Здесь $q_i = 10^6$ – множитель, полученный из условия нормирования критерия эффективности в интервале значений от 0 до 15.

Предложенные критерии позволяют априори оценить эффективности использования ПАВ путем исследования влияния активных растворов на свойства горных пород при заданных параметрах технологии бурения, входящих в формулу критерия (7). Для проверки вышеизложенных соотношений были проведены опытно-промышленные испытания перфораторного бурения шпуров в условиях проходки различных выработок Североуральских бокситовых рудников (СУБР) и Горловского региона Донбасса. Результаты показали, что использование в качестве промывочной жидкости оптимально подобранных растворов ПАВ существенно повышает скорость механического бурения в 1,16...1,52 раза. Причем эффект использования ПАВ тем выше, чем больше крепость буриемых пород.

Сопоставление скорости бурения в условиях различных забоев с величиной критерия эффективности (7) показывает их хорошее соответствие (рис. 4).

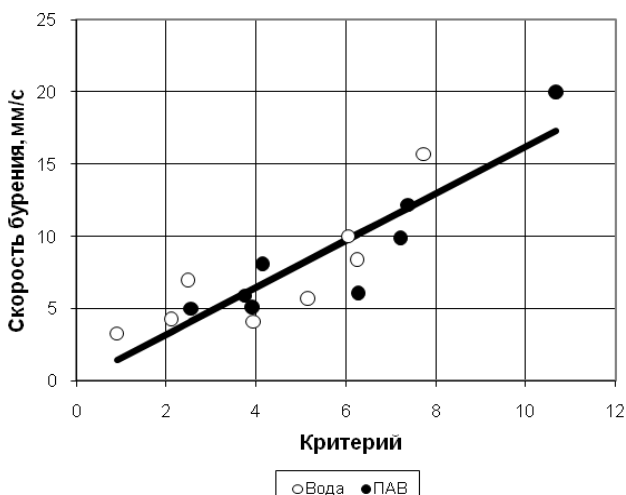


Рис. 4. Взаимосвязь скорости бурения шпуров и критерия эффективности

Уравнение связи:

$$V_6 = 1,6 \cdot K_6 \quad (8)$$

с коэффициентом корреляции $r = 0,88$. Коэффициент вариации опытных значений скорости бурения от полученных по уравнению (8) составляет $K_{\text{вар}} = 25,7 \%$. Такая погрешность соответствует вариации свойств горных пород в единичных определениях.

Это позволяет считать найденное уравнение (8) вполне приемлемым для практического прогноза эффективности использования поверхностно-активных веществ в процессах бурения.

Помимо повышения скорости бурения использование ПАВ дает ряд побочных, но не менее важных эффектов. Так, исследованиями Дж. Вестбрука [20] установлено, что активно воздействуя на ионные и ковалентные кристаллы, поверхностно-активные вещества не ухудшают свойств металла, а напротив, значительное снижение в ПАВ абразивности и твердости пород способно уменьшить расход бурового инструмента. Определение абразивности скальных пород Урала по методике Л.И. Барона [21] показало, что при контакте с поверхностно-активной средой износ эталонного материала (стали-серебрянки У8А) снижается в 1,2...1,6 раза. Для оценки износа и затупления буровых коронок в реальных условиях проведено опытное бурение порфиристов при проходке вскрывающего квершлага СУБРа [22]. Средняя потеря массы бурового инструмента при бурении с промывкой водой составляет 1,68 г или в расчете на 1 м шпура – 210 мг/м. Эти же значения при промывке раствором ПАВ составляют 1,21 г и 151 мг/м. Следовательно, потеря массы коронок при использовании ПАВ уменьшилась в 1,4 раза. Опыт перфораторного бурения показывает, что потеря массы инструмента обусловлена не только линейным износом его рабочей части, но и в значительной мере истиранием коронки по диаметру за счет ее возвратно-поступательного движения по шпуру. Действительно, определение линейных размеров коронок до и после бурения в данном эксперименте показало, что при бурении с промывкой водой их высота в среднем уменьшилась на 0,17 мм, а с промывкой раствором ПАВ – на 0,03 мм, т.е. снижение линейного износа в 5,7 раза.

Использование поверхностно-активных веществ при бурении дает санитарно-гигиенический эффект, способствуя уменьшению запыленности шахтной атмосферы. Основной объем пыли образуется за счет разрушения ядра уплотнения под буровым инструментом [23]. Разупрочнение пород в ПАВ способствует уменьшению объема

этого ядра. Кроме того, уменьшение поверхностного натяжения воды с введением в нее ПАВ улучшает условия смачивания пыли. За счет этого частицы уже образовавшейся пыли слипаются в рыхлые агрегаты и выпадают из рудничной атмосферы. При проведении вышеописанных опытно-промышленных испытаний лабораториями ВГСЧ по стандартной методике производились замеры запыленности воздуха в забоях. Результаты показали, что адсорбционная активность молекул ПАВ, а также улучшение условий бурения шпуров снижают запыленность рудничной атмосферы в 1,6...3,7 раза.

Выводы. Таким образом, бурение шпуров и скважин с промывкой специально подобранными растворами ПАВ существенно повышает эффективность процесса. Следует отметить, что разупрочнение и пластифицирование пород поверхностно-активными веществами способно активизировать любые процессы, связанные с разрушением горных пород. В частности, снизить удельный расход взрывчатых веществ при взрывной отбойке. Исследование кинетики фильтрации растворов ПАВ в породный массив [24] показало, что за счет двумерной миграции активных молекул уже за время бурения и зарядания шпуров активные растворы насыщают породный массив не менее, чем на половину его максимальной поглощающей способности. Это означает, что даже без специального нагнетания растворов ПАВ рекомендуемая технология бурения оказывает положительное влияние на процесс разрушения пород взрывом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Латышев О.Г., Корнилов М.В. Направленное изменение фрактальных характеристик, свойств и состояния пород поверхностно-активными веществами в процессах горного производства. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. 407 с.
2. Горюнов Ю.В., Перцов Н.В., Сумм Б.Д. Эффект Ребиндера. М.: Наука, 1966. 128 с.
3. Лихтман В.И., Ребиндер П.А., Карпенко Г.В. Влияние поверхностно-активной среды на процессы деформирования металлов. М.: Изд. АН СССР, 1954. 208 с.

4. Щукин Е.Д. Понижение поверхностной энергии и изменение механических свойств твердых тел под влиянием окружающей среды // Физ.-хим. механика материалов. 1976. Т. 2. С. 3-20.
5. Griffith A.A. The theory of rupture. Proc. 1st. Int. Congr. Appl. Mech. Delft, 1924, P. 55-63.
6. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Кн. дом «ЛИБЕРКОМ», 2010. 360 с.
7. Латышев О.Г. Разрушение горных пород. М.: Теплотехник, 2007. 672 с.
8. Шрейнер Л.А. Физические основы механики горных пород. М.-Л.: Гостоптехиздат, 1950. 246 с.
9. Fuller E.R., Lawn B.R., Thomson R.M. Atomic modeling of chemical interactions at crack tips // Acta Metallurgica, 1980. Vol. 28. P. 1407-1414.
10. Lawn B.R. An atomistic model of kinetic crack growth in brittle solids / Journal of materials science. 1975. Vol. 10. P. 469-480.
11. Hoek E., Bieniawski Z.T. Fracture propagation mechanism in hard rock, First congress of the ISRM, 3-2. Lisboa, 1966.
12. Weibull W.A. Statistical theory of strength of materials // Ind. Vetenskaps Akad, 1939, Handl. № 151. 45 p.
13. Ребиндер П.А., Шрейнер Л.А., Жигач К.Д. Понижители твердости в бурении. М., Л.: АН СССР, 1944. 199 с.
14. Чувствительность механических свойств к действию среды. Пер. с англ. – М.: Мир, 1969. 352 с.
15. Барон Л.И., Глатман Л.Б. Контактная прочность горных пород. М.: Недра, 1966. 168 с.
16. Кроновер Р. Фракталы и хаос в динамических системах. Пер. с англ. М.: Техносфера, 2006. 488 с.
17. Mandelbrot B. The Fractals Geometry of Nature. San Francisco: Freeman, 1982. 460 p.
18. Hurst A.A., Black R.P., Simaika Y.M. Long-Term Storage: An Experimental Study. London: Costable, 1965. 232 p.
19. Латышев О.Г., Карасев К.А., Казак О.О. Прогноз буримости горных пород на основе имитационного моделирования процесса // Известия вузов. Горный журнал. 2015. №4. С. 83-87.

20. Вестбрук Дж. Действие адсорбированной воды на пластическую деформацию неметаллических твердых тел // Чувствительность механических свойств к действию среды / Избранные доклады на международном симпозиуме. М.: Мир, 1969. С. 257-273.

21. Барон Л.И., Кузнецов А.В. Абразивность горных пород при добычании. М.: Изд. АН СССР, 1961. 168 с.

22. Латышев О.Г., Карасев К.А., Казак О.О. Снижение износа и затупления бурового инструмента при бурении шпуров с промывкой растворами поверхностно-активных веществ // Известия вузов. Горный журнал. 2015. №3. С. 75-79.

23. Протасов Ю.И. Пылевыведение при разрушении горных пород // Известия вузов. Горный журнал. 1993. №1. С. 51-53.

24. Латышев О.Г., Сынбулатов В.В., Осипов И.С. Кинетика насыщения породного массива растворами поверхностно-активных веществ при бурении шпуров и скважин // Известия вузов. Горный журнал. 2008. № 3. С. 123-129.

REFERENCES

1. Latyshev O.G., Kornilkov M.V. Napravlennoe izmenenie fraktal'nyh harakteristik, svoystv i sostoyaniya porod poverhnostno-aktivnymi veshchestvami v processah gornogo proizvodstva. Ekaterinburg: Izd-vo UGGU, 2016. 407 s.

2. Goryunov Yu.V., Percov N.V., Summ B.D. Ehffekt Rebintera. M.: Nauka, 1966. 128 s.

3. Lihtman V.I., Rebinder P.A., Karpenko G.V. Vliyanie poverhnostno-aktivnoj sredy na processy deformirovaniya metallov. M.: Izd. AN SSSR, 1954. 208 s.

4. Shchukin E.D. Ponizhenie poverhnostnoj ehnergii i izmenenie mekhanicheskikh svoystv tverdyh tel pod vliyaniem okruzhayushchej sredy. // Fiz.-him. mekhanika materialov. 1976. T. 2. S. 3-20.

5. Griffith A.A. The theory of rupture. Proc. Int. Congr. Appl. Mech. Delft, 1924, R. 55-63.

6. Rzhetskij V.V., Novik G.Ya. Osnovy fiziki gornyh porod. M.: Kn. dom «LIBERKOM», 2010. 360 s.

7. Latyshev O.G. Razrushenie gornyh porod. M.: Teploekhnika, 2007. 672 s.

8. Shrejner L.A. Fizicheskie osnovy mekhaniki gornyh porod. M.-L.: Gostoptekhizdat, 1950. 246 s.

9. Fuller E.R., Lawn B.R., Thomson R.M. Atomic modeling of chemical interactions at crack tips // Acta Metallurgica, 1980. Vol. 28. R. 1407-1414.

10. Lawn B.R. An atomistic model of kinetic crack growth in brittle solids / Journal of materials science. 1975. Vol. 10. R. 469-480.

11. Hoek E., Bieniawski Z.T. Fracture propagation mechanism in hard rock, First congress of the ISRM, 3-2. Lisboa, 1966.

12. Weibull W.A. Statistical theory of strength of materials // Ind. Vetenskaps Akad, 1939, Handl. № 151. 45 p.

13. Rebinder P.A., Shrejner L.A., Zhigach K.D. Poniziteli tverdosti v burenii. M., L.: AN SSSR, 1944. 199 s.

14. Chuvstvitel'nost' mekhanicheskikh svoystv k dejstviyu sredy. Per. s angl. – M.: Mir, 1969. 352 s.

15. Baron L.I., Glatman L.B. Kontaktnaya prochnost' gornyh porod. M.: Nedra, 1966. 168 s.

16. Kronover R. Fraktaly i haos v dinamicheskikh sistemah. Per. s angl. M.: Tekhno-sfera, 2006. 488 s.

17. Mandelbrot B. The Fractals Geometry of Nature. San Francisco: Freeman, 1982. 460 p.

18. Hurst A.A., Black R.P., Simaika Y.M. Long-Term Storage: An Experimental Study. London: Costable, 1965. 232 r.

19. Latyshev O.G., Karasev K.A., Kazak O.O. Prognoz burimosti gornyh porod na osnove imitacionnogo modelirovaniya processa // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. 2015. №4. S. 83-87.

20. Vestbruk Dzh. Dejstvie adsorbirovannoj vody na plasticheskuyu deformatsiyu nemetallicheskikh tverdyh tel // Chuvstvitel'nost' mekhanicheskikh svoystv k dejstviyu sredy / Izbrannye doklady na mezhdunarodnom simpoziume. M.: Mir, 1969. S. 257-273.

21. Baron L.I., Kuznecov A.V. Abrzivnost' gornyh porod pri dobyvanii. M.: Izd. AN SSSR, 1961. 168 s.

22. Latyshev O.G., Karasev K.A., Kazak O.O. Snizhenie iznosa i zatupleniya burovogo instrumenta pri burenii shpurov s promyvkoj rastvorami poverhnostno-aktivnyh veshchestv //

Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. 2015. №3. S. 75-79.

23. Protasov Yu.I. Pylevydelenie pri razrushenii gornyh porod // Izvestiya vu-zov. Gornyj zhurnal. 1993. №1. S.51-53.

24. Latyshev O.G., Synbulatov V.V., Osipov I.S. Kinetika nasyshcheniya porodnogo massiva rastvorami poverhnostno-aktivnyh veshchestv pri burenii shpurov i skvazhin // Izvestiya vuzov. Gornyj zhurnal. 2008. № 3. S.123-129.

THE USE OF SURFACE-ACTIVE SUBSTANCES IN THE PROCESS OF DRILLING ROCKS

Latyshev O.G., Kazak O.O.

Annotation: drilling and blasting operations are a critical element of mining technology. The present work is aimed at studying the efficiency of the use of surface-active substances (surfactants) in the drilling process, which makes it important.

The purpose – of the work is the forecast of the efficiency of drilling of bore-holes and wells by washing with solutions of surfactants.

Research methodology: laboratory and experimental-industrial tests the fractal analysis of the patterns of action of surfactants on the properties and condition of the mining rock, statistical analysis of the results.

Results. The action of surfactants is based on the adsorption lowering of the surface-energy of bodies – Rebinder effect. One feature of the effect is the election of the action of surfactants requiring a careful selection of active solutions in their optimal concentration for specific of surfactants, based on fractal research of the function of time change of the contact strength of rocks under the action of the active medium. As a result of analytical and experimental research and pilot testing of drilling with flushing solutions of SAA the following results were obtained. Drilling efficiency is determined by a complex interaction and inter-dependence of the technology parameters and properties of destructible rocks. Non-dimensional combination of these characteristics determines the formula of the criterion of efficiency. Criterion value has a linear relationship with the speed of drilling and can serve as an indirect process performance evaluation. The use of surfactants allows to increase the speed of the mechanical drilling of various species in by 1,2...1,5 times. It is important that the effect increases with the strength of drill breeds. By reducing the abrasiveness of the mountain of rocks in surface-active environment wear and blunting of the drilling tool reduces considerably (1,2...1,6 fold). Adsorption activity of the surfactant contributes to the reduction of dust in the mine (1,6...3,7) times by reducing the output of fine fractions of drilling products and the suppression of the already formed dust. Drilling holes with flushing with solutions of surfactants is beneficial to the efficiency of the subsequent explosion works.

Conclusions. Drilling of bore-holes and wells with the washing of specially selected solutions of surfactants significantly increases the efficiency of the process from the point of view of increasing drilling speed, reducing wear and blunting of the drilling tool, reducing the dusting in the mine.

Key words: drilling of bore-holes and wells, surface-active substance-VA, the prediction of effectiveness.

© Латышев О.Г., Казак О.О., 2018

Латышев О.Г., Казак О.О. Использование поверхностно-активных веществ в процессах бурения горных пород // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 29-37.

Latyshev O.G., Kazak O.O., 2018. The use of surface-active substances in the process of drilling rocks. Vector of Geosciences. 1(2): 29-37.

УДК 624.131.439.9, 624.156.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ ПЕСЧАНЫХ И ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ОБОЛОЧЕК ОПУСКНЫХ КОЛОДЦЕВ ПРИ ИХ ПОГРУЖЕНИИ

Кочерженко В.В. – кандидат технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, vvkpgs1946@yandex.ru

Сулейманова Л.А. – доктор технических наук, профессор кафедры строительства и городского хозяйства, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ludmilasuleimanova@yandex.ru, suleymanova.la@bstu.ru

Мирзоев А.А. – аспирант кафедры строительства и городского хозяйства, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, kafedrasigsh@mail.ru

Аннотация: изучено изменение напряженно-деформированного состояния оболочек опускных колодцев при их погружении в песчаных и глинистых грунтах. При этом ввели понятие коэффициентов изменчивости бокового давления грунта по периметру колодца и несущей способности грунта под банкеткой ножа и определили их по результатам натурных исследований.

Разработана математическая модель работы оболочек опускных колодцев подверженных воздействию вышеприведенным нагрузкам. Напряженно-деформированное состояние оболочек изучено со снижением и без снижения сил трения, для коротких оболочек с применением полубезмоментной теории. Полученные усилия и перемещения в оболочках колодцев позволили сделать вывод о том, что при опускании колодцев в песчаных и глинистых грунтах необходимо учитывать неравномерность реактивного давления под банкеткой ножа, при этом для построения эпюр максимальной несущей способности грунта могут быть использованы как результаты лабораторных опытов, так и результаты статического зондирования массива грунта по периметру колодца, наибольшее вертикальное давление может быть приложено в любой точке периметра колодца.

За расчетную схему оболочек опускных колодцев больших диаметров может быть принято тонкостенное круговое кольцо.

Ключевые слова: опускной колодец, оболочка, давление грунта, расчетная схема, эпюра, модель зондирования, неравномерность, коэффициент, ножевая часть, количественная оценка.

Введение. При опускании оболочек колодцев на них действуют три разновидности нагрузок, обусловленных совместной работой оболочки с грунтовым массивом: боковое давление грунта или тиксотропного раствора; силы трения грунта по нагрузке поверхности; реактивное давление грунта на ножевую часть колодца. Известно, что свойства грунтов в различных точках массива сильно отличаются между собой даже в литологически однородных грунтах [1].

В настоящей статье изучено влияние изменчивости свойств песчаных и глинистых грунтов на напряжённо-деформированное состояние оболочек

колодцев при их погружении. Для достижения поставленной цели ввели понятие коэффициентов изменчивости лобового сопротивления грунта (K_0 , K_n) и неравномерности бокового давления грунта на стены колодца ($K_{n/l}$); предложили методику их определения; разработали математическую модель работы оболочек для некоторых условий погружения.

Метод статического зондирования отличается незначительной стоимостью исследований, малой трудоемкостью и простотой выполнения как полевых работ, так и обработки результатов [2, 3]. При этом он является непрерывным методом исследования и позволяет охарактеризовать изменчивость физико-механических свойств грунтов по периметру колодца на всю глубину опускания.

Поэтому для изучения изменчивости свойств грунтов использовали метод статического зондирования.

Так, как при исследованиях грунтов методом статического зондирования характер изменения лобового сопротивления грунта зонду соответствует характеру изменения прочностных характеристик грунта по периметру колодца, характер распределения несущей способности грунта и вертикальных реактивных давлений приближенно соответствует характеру изменения лобового сопротивления грунта зонду по периметру колодца. Характерная эпюра лобового сопротивления грунта по периметру колодца в точках 1...6 приведена на рис. 1.

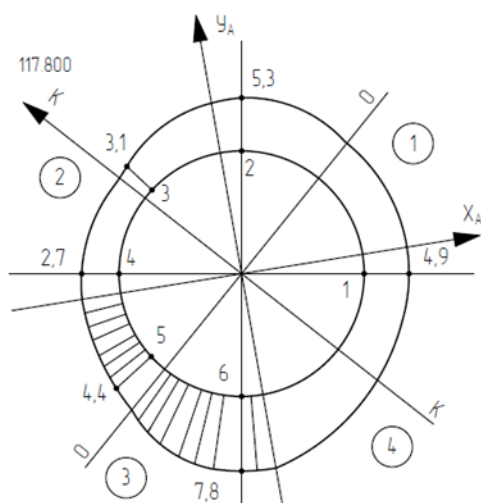


Рис. 1. Характерная эпюра лобового сопротивления грунта: 1...6 – точки зондирования; + – положение центра тяжести эпюры; цифрами в кружках обозначены номера четвертей эпюры относительно осей X_A – Y_A

Понятие коэффициентов изменчивости введено для анализа напряженно-деформированного состояния колодцев при их опускании:

K_0 – коэффициент изменчивости несущей способности грунта (или лобового сопротивления), характеризующий опрокидывание колодца (крен);

K_L – коэффициент изменчивости несущей способности грунта, характеризующий усилия в оболочке.

Коэффициенты K_0 и K_L всегда больше единицы или равны ей. Характер изменения коэффициентов изменчивости по глубине колодца приведен на рис. 2. При исследова-

нии массива грунта коэффициенты изменчивости лобового сопротивления K_L имеют значение в пределах 1,002 до 3,224. Коэффициент изменчивости K_0 имеет значение от 1,053 до 5,663.

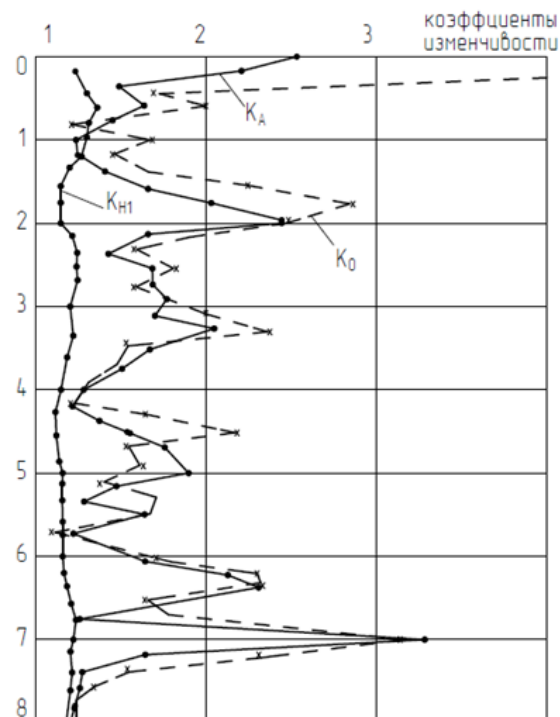


Рис. 2. Значения коэффициентов изменчивости лобового сопротивления грунта (K_0 , K_L) и неравномерности бокового давления грунта на стены колодца ($K_{нз}$)

В общем случае изменчивость свойств грунтов по периметру стен увеличивается с ростом размеров опускных колодцев и приобретает особое значение при опускании крупных колодцев диаметром 30,0 м и более.

Таким образом, для характеристики массива грунта с точки зрения опасности возникновения кренов и оценки возникающих в оболочке колодца усилий следует использовать следующие показатели:

– изменчивость бокового давления грунта по периметру колодца, которая характеризуется коэффициентом изменчивости бокового давления грунта на стены колодца;

– изменчивость максимальной несущей способности грунта под банкеткой ножа, которая характеризуется коэффициентами изменчивости лобового сопротивления K_0 и K_L .

Изменчивость максимальной несущей способности грунта определяет неравномерность вертикального реактивного давления грунта на ножевую часть. С увеличением коэффициентов изменчивости лобового сопротивления грунта K_0 и K_L увеличивается опрокидывающий момент, действующий на колодец, и усилия в оболочке колодца. Для снижения этих усилий и величины опрокидывающего момента необходимо выемку грунта вести преимущественно на тех участках, где он имеет более высокую прочность.

Для анализа характера распределения вертикальных реактивных давлений по периметру колодцев по данным натурных замеров при опускании в песчаных и глинистых грунтах и количественной оценки неравномерности вертикальных реактивных давлений были проанализированы эпюры реактивных давлений трёх опускных колодцев в различных грунтах и представлены на рис. 3, 4.

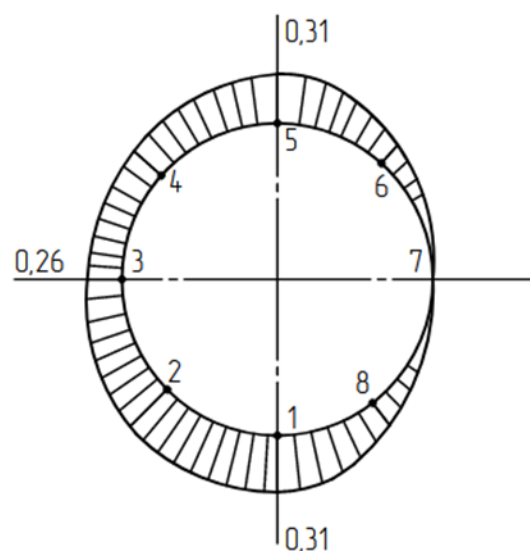


Рис. 3. Характерная эпюра реактивных давлений под банкеткой ножа опускного колодца в водонасыщенных лёссовидных суглинках (значения в МПа)

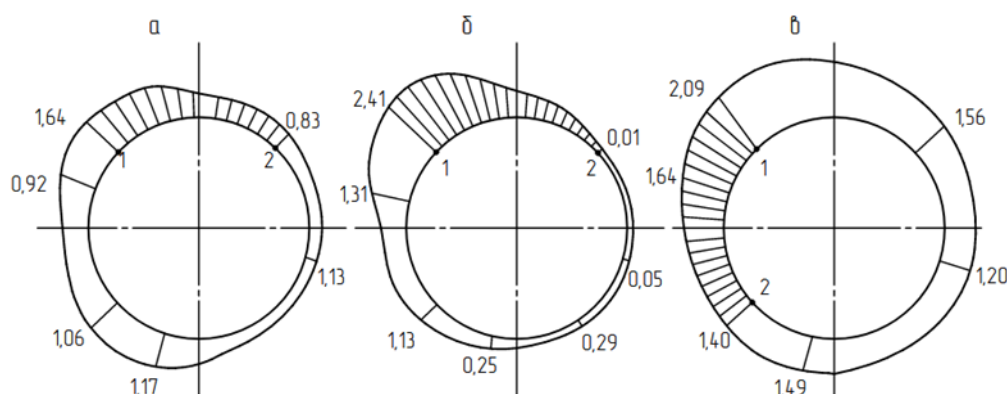


Рис. 4. Реактивное давление под банкеткой ножа опускного колодца в песчаных грунтах (в МПа): а, б, в — положения I, II III; 1, 2 — точки с расчётными ординатами на взаимно перпендикулярных диаметрах

Среднеарифметическое значение коэффициента неравномерности реактивного давления в результате всех замеров ($K_{нз}$) составляет 3,13. Это значение весьма приближённое, и для уточнения его необходимы дальнейшие натурные исследования.

В результате натурных экспериментов установили, что при опускании колодцев в песчаных и глинистых грунтах давление под банкеткой ножа распределяется неравномерно. Характер распределения давления может быть приближенно описан косинусоидой. Коэффициент неравномерности вертикального реактивного давления колеблется в широких пределах [4].

При разработке математической модели

работы оболочек опускных колодцев были приняты следующие основные предпосылки:

- боковое давление грунта и глинистого раствора изменяется по глубине по гидростатическому закону, а по периметру колодца — по косинусоиде;

- суммарная величина вертикальных реактивных давлений равна весу оболочки за вычетом сил трения по наружной поверхности колодца. Распределение давлений по периметру в случае кольцевой разработки грунта принимается по расчётной эпюре несущей способности грунта под ножом. В случае опирания колодца на фиксированные зоны давления принимаются сосредоточенными в местах опор;

– максимальные боковое и вертикальное реактивное давления могут действовать в любой точке периметра колодца; введено понятие угла α_0 между указанными максимальными нагрузками;

– средняя величина заглубления ножевой части в грунт принята согласно решению [5] задачи предельного равновесия грунта для полосообразной нагрузки;

– расчетная схема оболочки, имеющей

радиус больше высоты стен, принята в виде тонкостенного кругового кольца.

Для изучения напряжённого состояния оболочек опускных колодцев принят наиболее общий, широко распространённый способ опускания колодцев под действием собственного веса (со снижением или без снижения сил трения). Схемы нагрузок, действующих на оболочку колодца в период погружения, приведены на рис. 5.

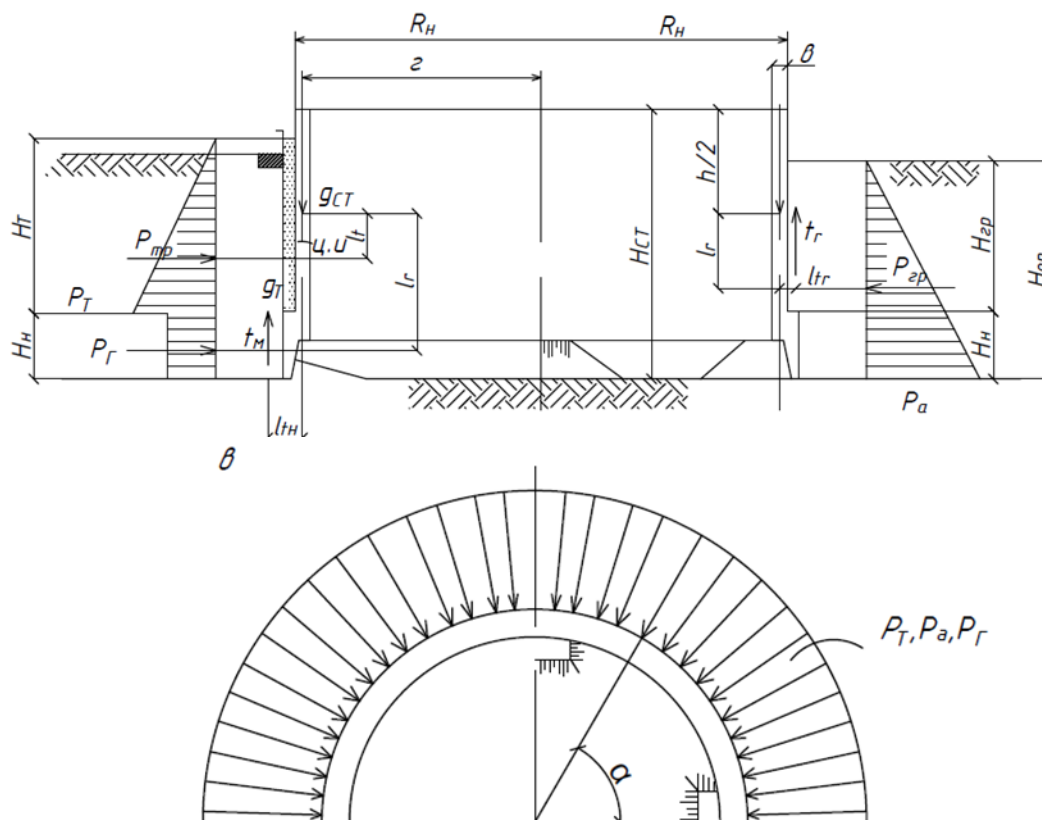


Рис. 5. Схемы нагрузок на оболочку колодца; а – при опускании в тиксотропной рубашке; б – при опускании без рубашки; в – распределение бокового давления грунта в плане

Нагрузки, приложенные к наружной поверхности стен колодца, определяли согласно [6, 7]. Эти нагрузки создают внешние погонные крутящие моменты относительно центра изгиба поперечного сечения стены; для прямоугольного сечения, считаем, что центр изгиба совпадает с центром тяжести сечения.

При кольцевой разработке грунта распределение вертикальных реактивных давлений в плане принимаем по некоторой зависимости V в соответствии с расчетной эпюрой несущей способности грунта под ножом. Эта эпюра может быть построена методом последовательных приближений до удовлетворения зависимости:

$$P = \int_0^{2\pi} V \cdot (R_H + \delta_T - 0,5 \cdot \delta_\delta) \cdot \alpha_\alpha,$$

где ординаты V находятся для различных значений величины заглубления ножа в грунт h_c (рис. 6, а). Значения V определяются согласно исследованиям [5] в зависимости от физико-механических свойств грунтов и ширины банкетки ножа.

В практических расчётах очертание эпюры V может быть принято по эпюре лобового сопротивления грунта конусу зонда.

При выборе расчётной схемы оболочки колодца учтены следующие условия:

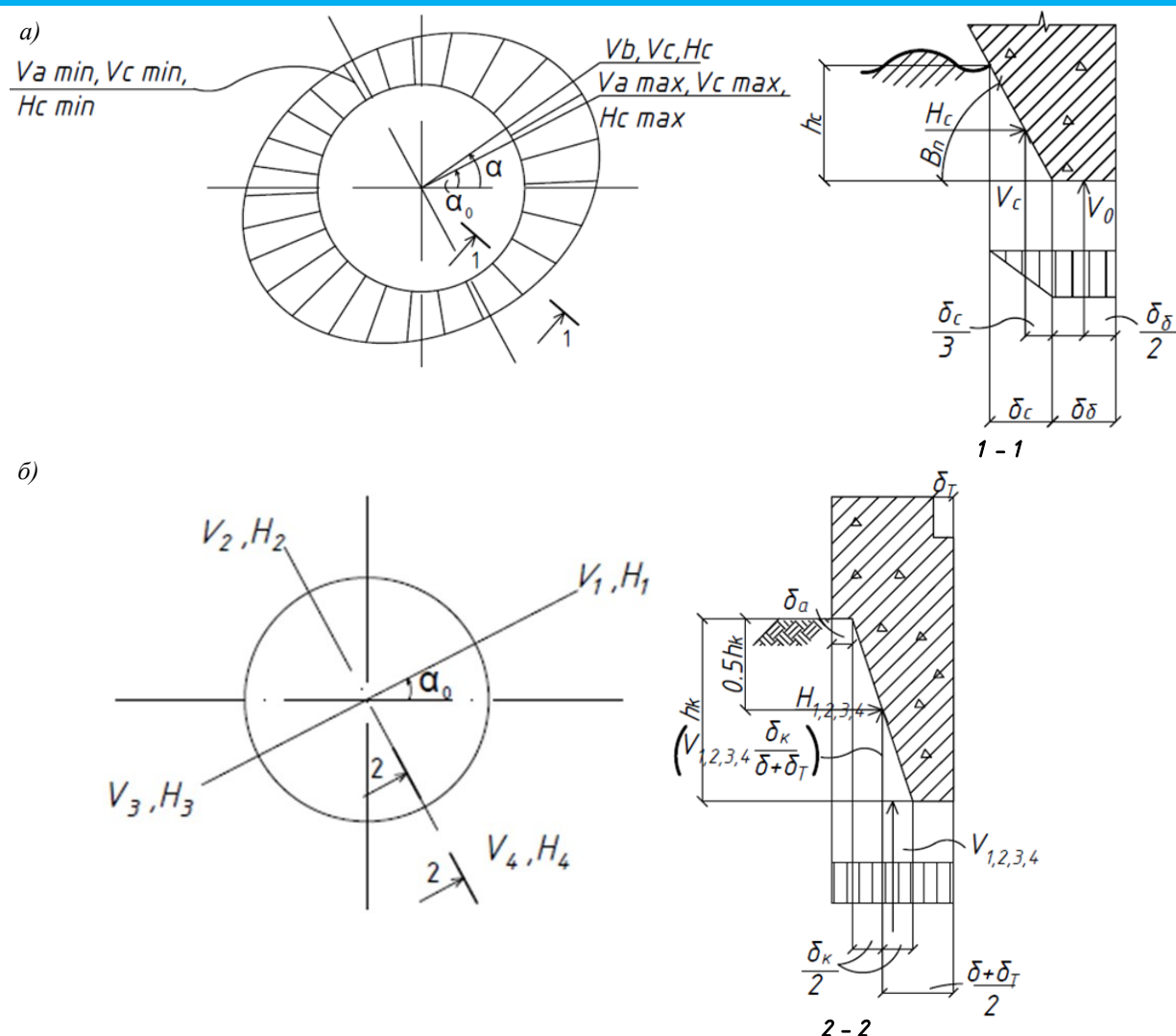


Рис. 6. Распределение вертикальных реактивных давлений грунта на ножевую часть:
а – при кольцевой разработке грунта; б – при опирании на четыре фиксированные зоны

– анализируются тонкостенные оболочки опускных колодцев, высота которых меньше диаметра;

– на оболочку действуют как радиальные нагрузки, так и нагрузки, параллельные образующей;

– расчетная схема должна позволять качественно анализировать напряжённое состояние под нагрузкой и проследить за характером изменения усилий по периметру колодца;

– анализ предполагает большую повторяемость расчётов оболочек различных размеров на действие произвольных нагрузок. Вследствие этого аналитическое решение более предпочтительно, чем численное.

Круговые цилиндрические оболочки делят на длинные и короткие. Разновидностью короткой оболочки (с точки зрения соотношения размеров) является тонкостен-

ное круговое кольцо [8, 9].

По характеру предположений, касающихся усилий, оболочки делятся на моментные, безмоментные и полубезмоментные [10]. Применение полубезмоментной теории наиболее характерно для расчетов цилиндрических оболочек, длина которых соизмерима с диаметром [11]. В таких оболочках допускается пренебрегать изгибающими моментами в сечениях, нормальных к образующей и крутящим моментами. Основной отличительной особенностью тонкостенного кругового кольца, как и тонкостенного стержня, является предположение о недеформируемости поперечного сечения стенки в своей плоскости и о деформируемости из своей плоскости [12].

Тонкостенное круговое кольцо наиболее полно удовлетворяет всем указанным выше требованиям к расчетной схеме.

Усилия в тонкостенном круговом кольце определяются в предположении упругой работы материала, при этом в приведенном ниже решении рассматриваются кольца малой кривизны, так как для опускных колодцев (рис. 7, а) $\tau/b > 5$.

Суммирование сосредоточенных нагрузок и их произведений на функции влияния выполняем простым сложением. В результате получены следующие выражения.

Продольная сила в стене колодца:

$$N = -\frac{1}{2\pi} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum p \cdot R_p) \cdot d\alpha + \sum H_i \right] + \int_0^{2\pi} (\sum p \cdot R_p) \cdot F_4(\omega) \cdot d\alpha + P_{x4}. \quad (1)$$

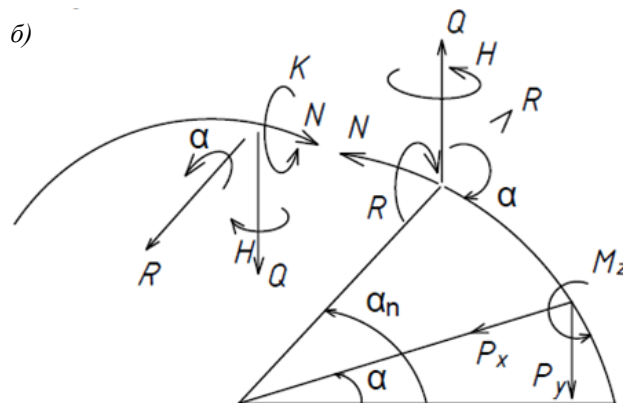
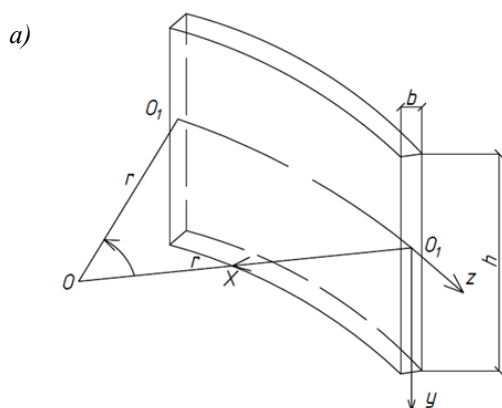


Рис. 7. Система координат (а) и положительные направления действия нагрузок и внутренних усилий (б) в тонкостенном круговом кольце

Радиальная поперечная сила:

$$R = -\int_0^{2\pi} (\sum p \cdot R_p) \cdot F_3(\omega) \cdot d\alpha + P_{x3}. \quad (2)$$

Вертикальная поперечная сила в стене колодца:

$$Q = -\frac{1}{\pi} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot \sin \omega \cdot d\alpha + \sum V_i \cdot f(\Delta) \right] - \int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_1(\omega) \cdot d\alpha + P_{y1}. \quad (3)$$

Горизонтальный изгибающий момент:

$$H = -r \cdot \int_0^{2\pi} (\sum p \cdot R_p) \cdot F_4(\omega) \cdot d\alpha - P_{x4}. \quad (4)$$

Вертикальный тангенциальный изгибающий момент:

$$h = \frac{1}{\pi} \cdot a_z \cdot D_y \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot \cos \omega \cdot d\alpha + \sum M_1 \cdot \cos \Delta + \sum M_2 \cdot \sin \Delta \right] + \frac{1}{2\pi} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot d\alpha + \sum M_i \right] + r \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_4(\omega) \cdot d\alpha + P_{y4} \right] - \int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_4(\omega) \cdot d\alpha - M_{z4}. \quad (5)$$

Полный крутящий момент:

$$K = -\frac{1}{\pi} \cdot (1 - a_z \cdot D_y) \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot \sin \omega \cdot d\alpha + \sum M_1 \cdot \sin \Delta - \sum M_2 \cdot \cos \Delta \right] - \int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_3(\omega) \cdot d\alpha + M_{z3} + r \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_5(\omega) \cdot d\alpha - P_{y5} \right]. \quad (6)$$

Момент свободного кручения:

$$\bar{K} = -\frac{ae^2}{\pi(ae^2 + 1)} \cdot (1 - a_z \cdot D_y) \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot \sin \omega \cdot d\alpha + \sum M_1 \cdot \sin \Delta - \sum M_2 \cdot \cos \Delta \right] +$$

$$+ r \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_{17}(\omega) \cdot d\alpha - P_{y17} \right] - \int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_{19}(\omega) \cdot d\alpha + M_{z19}. \quad (7)$$

Момент стеснённого кручения:

$$\bar{\bar{K}} = -\frac{1}{\pi(ae^2 + 1)} \cdot (1 - a_z \cdot D_y) \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot \sin \omega \cdot d\alpha + \sum M_1 \cdot \sin \Delta - \sum M_2 \cdot \cos \Delta \right] +$$

$$+ r \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_{13}(\omega) \cdot d\alpha - P_{y13} \right] - \int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_{15}(\omega) \cdot d\alpha + M_{z15}. \quad (8)$$

Бимомент:

$$B = -\frac{2}{\pi(ae^2 + 1)} \cdot (a_z \cdot D_y - 1) \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot \cos \omega \cdot d\alpha + \sum M_1 \cdot \cos \Delta + \sum M_2 \cdot \sin \Delta \right] +$$

$$+ r^2 \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_{14}(\omega) \cdot d\alpha - P_{y14} \right] - r \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_{16}(\omega) \cdot d\alpha + M_{z16} \right]. \quad (9)$$

$$\text{Радиальное перемещение:} \quad \lambda = r^2 \cdot a_y \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum p \cdot R_p) \cdot F_8(\omega) \cdot d\alpha - P_{x8} \right]. \quad (10)$$

Угол закручивания:

$$\Theta = \frac{a_x}{2\pi} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot r \cdot d\alpha + \sum M_i \right] - r \cdot a_x \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_8(\omega) \cdot d\alpha + P_{y8} \right] + a_x \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_8(\omega) \cdot d\alpha + M_{z8} \right] -$$

$$- \frac{r^2}{Y_\delta \cdot I_k} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum g \cdot R_g) \cdot F_{22}(\omega) \cdot d\alpha + P_{y22} \right] + \frac{r^2}{Y_\delta \cdot I_k} \cdot \left[\int_0^{2\pi} (\sum m) \cdot F_{18}(\omega) \cdot d\alpha + M_{z18} \right]. \quad (11)$$

Продольные и поперечные силы имеют размерность МН, изгибающие и крутящие моменты – МН·м, бимомент – МН·м², угол закручивания – рад, радиальное перемещение – м.

В группе выражений (1...11)

$$\omega = \alpha - \alpha_n; \quad \Delta = \alpha_0 - \alpha_n;$$

α_n – угловая координата сечений, в которых определяются усилия, рад.; I_k – момент инерции при свободном кручении, м⁴; I_ω – секториальный момент инерции, м⁶; ae – изгибно – крутильная характеристика (безразмерная величина); a_x, a_y – приведенные податливости при изгибе относительно основных осей X, Y , 1/(МН·м); a_z – приведенная податливость при кручении, 1/(МН·м).

Характеристики $a_x, a_y, a_z, ae, D_x, D_y$ и функции влияния $F(\omega)$ приняты по [7, 8].

Суммирование ведётся по всем внешним нагрузкам, включая опорные реакции. Угол ω отсчитывается от сечения, в котором определяется усилие, к сечению, в котором приложена внешняя нагрузка. Расстояние между нагрузкой и расчетным сечением всегда принимается минимальным, т.е. $\omega < 180^\circ$. Угол ω считается положительным при отсчёте по часовой стрелке. Функции $F(\omega)$ вычисляются при положительных значениях ω в интервале от 0 до 180° . Если ω имеет отрицательные значения, все «нечётные» функции берут с противоположным знаком, например, вместо $F_1(-\omega)$ берут $-F_1(\omega)$. Для «чётных» функции знак угла ω не имеет значения, например, вместо $F_2(-\omega)$ берут $F_2(\omega)$.

Правила знаков для усилий приведены на рис. 7, б. Положительный бимомент увеличивает кривизну верхнего края колодца. Прогиб λ к центру кривизны считается положительным. Угол закручивания θ считается положительным, если его направление совпадает с направлением положительного крутящегося момента.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- при опускании колодцев в песчаных и глинистых грунтах возникает неравномерное по периметру вертикальное реактивное давление грунта на нож, которое не учитывается существующими методиками расчётов на прочность. Неравномерность реактивного давления обусловлена изменчивостью прочностных характеристик грунта под банкеткой ножа и неравномерностью разработки грунта;

- для характеристики изменчивости прочностных свойств грунтов при опускании колодцев следует строить эпюры максимальной несущей способности грунта под банкеткой ножа. Для количественной оценки изменчивости следует использовать коэффициенты $K_0, K_{\lambda}, K_I, \dots, K_4$;

- для построения эпюр максимальной несущей способности грунта и определения коэффициентов изменчивости могут быть использованы как результаты лабораторных определений угла внутреннего трения и удельного сцепления, так и результаты статического зондирования массива грунта по периметру колодца;

- в зависимости от условий залегания грунтов эпюра максимальной несущей способности может иметь форму, близкую к кругу, овалу или более сложную форму. С целью выравнивания вертикальных давлений на нож и, следовательно, уменьшения кренов и снижения усилий в оболочке колодца форма эпюры может быть приближена к кругу путём преимущественной выемки грунта на тех участках, где он имеет более высокую прочность;

- при посадке колодца путём кольцевой выемки грунта из-под ножа распределение реактивных давлений может быть описано косинусоидой при некотором коэффициенте неравномерности. При погружении колодца с помощью четырех фиксированных опор-

ных зон неравномерность реактивных давлений в диаметрально противоположных зонах также может быть оценена коэффициентом неравномерности;

- наибольшее вертикальное реактивное давление может быть приложено в любой точке периметра колодца независимо от места возникновения максимального бокового давления грунта;

- коэффициент неравномерности бокового давления грунта, найденный как функция изменчивости свойств грунта, уменьшается с глубиной и может быть меньше, чем рекомендованный нормами;

- за расчётную схему оболочек опускных колодцев относительно больших диаметров может быть принято тонкостенное круговое кольцо. Эта схема наиболее полно отвечает задачам исследования; она позволяет учитывать крутящие и вертикальные тангенциальные изгибающие моменты, возникающие вследствие неравномерности вертикальных реактивных давлений и не учитываемые существующими методиками расчётов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коновалов П.А., Рудницкий Н.Я. О коэффициенте изменчивости модуля деформации грунта // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1964. №3. С. 16-17.
2. Дудлер И.В. Комплексные исследования грунтов полевыми методами. М: Стройиздат, 1979. 132 с.
3. Трофименков Ю.Г. Воробков Л.Н. Полевые методы исследования строительных свойств грунтов. М.: Стройиздат, 1974. 176 с.
4. Сулейманова Л.А., Кочерженко В.В., Погорелова И.А. Методика расчета продолжительности погружения опускных колодцев с учетом надежности технологических элементов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 69-72.
5. Березанцев В.Г. Расчет оснований сооружений. Л.: Стройиздат, 1970. 207 с.
6. Ивахнюк В.А. Строительство и проектирование подземных и заглубленных сооружений. М.: Изд-во АСВ, 1999. 298 с.
7. Инструкция по проектированию опускных колодцев, погружаемых в тиксо-

тропной рубашке. СН 476-75. М.: Стройиздат, 1976. 39 с.

8. Григорьев Ю.П. Формулы и таблицы для расчета тонкостенных круговых колец // В кн.: Расчет пространственных конструкций. Вып.2. М.: Госстройиздат, 1951. С. 273–318.

9. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический; изд-е 2-е, перераб., доп. М.: Стройиздат, 1972. Т.1. 600 с.

10. Винокуров Л.П. Теория упругости и пластичности. Харьков: Изд-во Харьковского университета, 1965. 328 с.

11. Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин. М.: Машиностроение, 1973. 466 с.

12. Ягн Ю.Н. крутильные деформации тонкостенных стреловой открытого профиля. М.: Гостехиздат, 1952. 108 с.

REFERENCES

1. Konovalov P.A., Rudnickij N.Ya. O koeficiente izmenchivosti modulya deformacii grunta // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov. 1964. №3. S. 16-17.

2. Dudler I.V. Kompleksnye issledovaniya gruntov polevymi metodami. M: Strojizdat, 1979. 132 s.

3. Trofimenkov Yu.G. Vorobkov L.N. Polevye metody issledovaniya stroitel'nyh svojstv gruntov. M.: Strojizdat, 1974. 176 s.

4. Sulejmanova L.A., Kocherzhenko V.V., Pogorelova I.A. Metodika rascheta prodolzhitel'nosti pogruzheniya opusknyh kolodcev s uchetom nadezhnosti tekhnologicheskikh ehlementov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. 2017. № 10. S. 69-72.

5. Berezancev V.G. Raschet osnovanij sooruzhenij. L.: Strojizdat, 1970. 207 s.

6. Ivahnyuk V.A. Stroitel'stvo i proektirovanie podzemnyh i zaglublennyh sooruzhenij. M.: Izd-vo ASV, 1999. 298 s.

7. Instrukciya po proektirovaniyu opusknyh kolodcev, pogruzhaemyh v tiksotropnoj rubashke. SN 476-75. M.: Strojizdat, 1976. 39 s.

8. Grigor'ev Yu.P. Formuly i tablicy dlya rascheta tonkostennyh krugovyh kolec // V kn.: Raschet prostranstvennyh konstrukcij. Vyp.2. M.: Gosstrojizdat, 1951. S. 273–318.

9. Spravochnik proektirovshchika promyshlennyh, zhilyh i obshchestvennyh zdaniy i sooruzhenij. Raschetno-teoreticheskij; izd-e 2-e, pererab., dop. M.: Strojizdat, 1972. T.1. 600 s.

10. Vinokurov L.P. Teoriya uprugosti i plastichnosti. Har'kov: Izd-vo Har'kovskogo universiteta, 1965. 328 s.

11. Boyarshinov S.V. Osnovy stroitel'noj mekhaniki mashin. M.: Mashinostroenie, 1973. 466 s.

12. Yagn Yu.N. krutil'nye deformacii tonkostennyh strezhnej otkrytogo profilya. M.: Gostekhizdat, 1952. 108 s.

**RESEARCH OF THE IMPACT OF VARIABILITY OF PROPERTIES
OF SANDY AND CLAY SOILS ON THE STRESSED-DEFORMED CONDITION
OF THE SUNK WELLS SHELLS DURING THEIR IMMERSION**

Kocherzhenko V.V., Suleymanova L.A., Mirzoev A.A.

Annotation: the change of the stressed-deformed condition of the sunk wells shells during their immersion in sandy and clay soils was studied. At the same time, the concept of the variability coefficients of the lateral pressure of the soil along the perimeter of the well and of the bearing capacity of the soil under the knife part was introduced and determined based on the results of field studies.

A mathematical model of the work of the sunk wells shells that were exposed to the above loads was developed. The stressed-deformed condition of shells is studied with and without friction reduction for short shells using semi-momentless theory. The resulting effort and movement in the sunk wells shells led to the conclusion, that during immersion of sunk wells in sandy and clay soils it is necessary to take into account the unevenness of reactive pressure under the knife bench, at the same time to build diagrams of the maximum bearing capacity of the soil the results of laboratory experiments and the results of static sounding of the mass of soil around the perimeter of the sunk well can be used, the maximum vertical pressure can be applied at any point of the sunk well perimeter.

As a design model of the sunk wells shells of large diameters a thin-walled circular ring can be taken.

Key words: sunk well, shell, soil pressure, design model, diagram, sounding model, unevenness, coefficient, knife part, quantitative assessment.

© Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А., Мирзоев А.А., 2018

Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А., Мирзоев А.А. Исследование влияния изменчивости свойств песчаных и глинистых грунтов на напряженно-деформированное состояние оболочек опускных колодцев при их погружении // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 38-47.

Kocherzhenko V.V., Suleymanova L.A., Mirzoev A.A., 2018. Research of the impact of variability of properties of sandy and clay soils on the stressed-deformed condition of the sunk wells shells during their immersion. Vector of Geosciences. 1(2): 38-47.

УДК 504.55.054:622(470.6)

К МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ МАССИВА ПОРОД ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР В ТЕЧЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННО ДОЛГОГО ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ

Голик В.И. – доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский государственный технологический университет, главный научный сотрудник Геофизического института Владикавказского научного центра РАН, v.i.golik@mail.ru

Келехсаев В.Б. – испытательный центр «ИРИСТОН», Северо-Кавказский государственный технологический университет

Савелков В.И. – аспирант кафедры горное дело, Северо-Кавказский государственный технологический университет

Гашимова З.А. – старший преподаватель кафедры информатики, Северо-Кавказский государственный технологический университет

Аннотация: статья посвящена выбору технологий подземной разработки рудных месторождений, при которых обеспечивается устойчивое состояние массива и участка земной поверхности над ним в течение не только отработки месторождения, но и в течение неопределенно долгого времени. Цель исследования – разработка механизма мониторинга состояния с сохранением массива и земной поверхности в районе освоения недр в течение неопределенно долгого периода времени достигается решением задач, объединяемых учетом влияния напряжений на поведение массива в результате природного и техногенного воздействия. В основу методики исследования положена гипотеза о том, что технологическое воздействие на горные объекты активизирует влияние тектонических нарушений вплоть до провоцирования природных явлений. Даны результаты исследований природных и наведенных деформаций с целью оценки роли дискретности в развитии процесса сдвижения на сложно-структурных месторождениях Садона. Сформулирована гипотеза о приуроченности катастроф к участку земной коры, вмещающему крупную Садонскую рудную провинцию с интенсивной разработкой месторождений взрывным способом. Предложена интегральная модель оценки результатов природно-техногенного катастрофического поражения окружающей среды для технико-экономического сравнения вариантов технологий. Показано, что механизм взаимодействия природных и техногенных напряжений в массиве носит адекватный характер и может быть использован для оптимизации горных технологий в районе освоения недр. Доказана необходимость системного мониторинга состояния массива и земной поверхности для разработки мероприятий по защите экосистем окружающей среды при освоении недр в течение неопределенно долгого периода времени.

Ключевые слова: подземная разработка, рудное месторождение, устойчивость массива, мониторинг, природно-техногенное воздействие, дискретность пород, напряжения.

Введение. Важным условием высокоэффективной и безопасной эксплуатации горных объектов является выбор технологии, при которых обеспечивается устойчивое состояние массива и участка земной поверхности над ним в течение не только отработки месторождения, но и в течение неопределенно долгого времени [1...3].

Комплексный метод исследования природных и техногенных процессов при эксплуатации месторождений подземным способом включает системный анализ, лабораторный и натурный эксперимент,

математическое и физическое моделирование. На основе результатов исследований рекомендуются технологические решения для практической реализации природоохранной управленческой модели и показываются технико-экономические преимущества рекомендованных технологий эксплуатации горнодобывающих объектов перед базовыми технологиями.

Техногенное воздействие на рудовмещающие массивы в процессе добычи руд зависит от силы и направления силовых полей, определяемых интенсивностью тектонической нарушенности и уровнем технологических и природных напряжений [4...6].

Цели и задачи. Целью исследования является разработка механизма мониторинга состояния с сохранением массива и земной поверхности в районе освоения недр в течение неопределенно долгого периода времени.

Цель достигается решением ряда задач, объединяемых учетом влияния напряжений на поведение массива в результате комбинированного природного и техногенного вмешательства.

Методы. Методика исследования включает в себя систематизацию и критический анализ опыта и теории, экспериментальное доказательство и моделирование с анализом полученных результатов и научным прогнозированием перспектив на уровне инженерной экспертизы. Оценка состояния литосферы осуществляется на основе анализа современных представлений.

В основе методики лежит положение о том, что интенсивное технологическое воздействие на горные объекты активизирует влияние тектонических нарушений, которое генерирует техногенные землетрясения, провоцирующие природные явления.

Результаты. При проектировании технологий разработки месторождений используют расчетные схемы, с некоторой идеализацией, учитывающие силу внешних воздействий.

Оптимальна схема, при которой массив разделен на такие участки, где прочность определяется напряжениями в нижнем слое пород (рис. 1) [7...9].

Массивом управляют инженерными способами: установкой крепи, закладкой пустот, инъецированием растворов, созданием подпора стенок.

Инструментом регулирования напряжений с переводом динамических явлений в статические явления за счет искусственного ослабления является разгрузка массивов проходкой выработок и бурением скважин.

Природные условия существования скальных массивов осложняются по мере техногенного воздействия в процессе добычи руд в зависимости от интенсивности тектонической нарушенности и уровня напряжений.

Методы управления напряжениями пород месторождений многообразны.

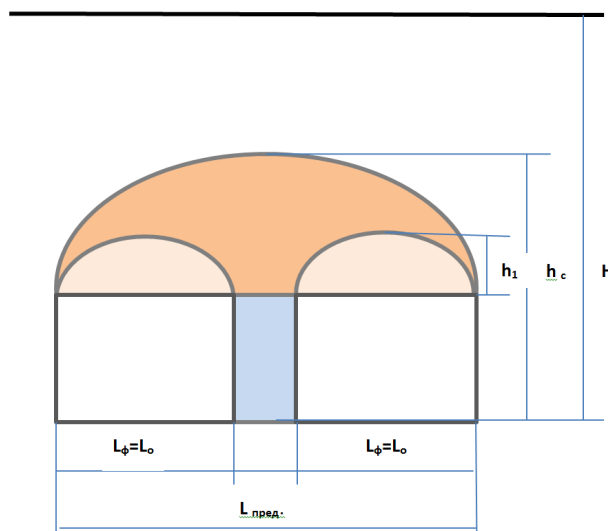


Рис. 1. Схема к разделению массива на геомеханически безопасные участки:

$L_{пред}$, $L_ф$, L_0 — соответственно, пролеты: предельный по условию образования свода естественного равновесия т, фактический и плоской кровли; H — глубина работ; h_c — высота свода естественного равновесия; h_1 — высота нового свода

В неустойчивых массивах используют деревянную распорную крепь Давенда, Шахтома, Дарасун, деревянную срубную — Хрустальный и анкерную — Ниттис-Кумужье, Соншайн (США), Пайонир (Канада), Уайт-Хоун (Австралия).

Замагазинированную руду используют при отработке устойчивых руд в недостаточно устойчивых массивах. За счет горизонтального распора она создает достаточные для стабилизации массива напряжения. Средством управления устойчивостью массива является интенсификация работ, что сокращает время воздействия на массив и реализует релаксационные возможности пород.

Технологии управления напряжениями в массиве закладкой пустот применяется на подавляющем большинстве горных предприятий [10...13]. Закладку осуществляют или одновременно с выемкой руды или с отставанием по времени.

Регулирование напряжений в массивах обеспечивает:

- сохранность массивов и земной поверхности над ними от обрушений;
- регулирование характеристики действующих напряжений.

Искусственный массив при необходимости упрочняют с использованием взрыва или сжатого воздуха, повышают его влажность,

оптимизируют крупность, пропитывают песчано-цементным раствором и т.п.

Комбинирование способов управления массивом невозможно без учета механизма проявления напряжений. Искусственные массивы формируются из конструкций разной прочности.

Создание условий объемного напряженного состояния массивов адекватно улучшает их прочностные характеристики. Колебания прочности закладки в массиве достигают 25...30 %.

Опыт управления состоянием массивов позволяет сделать выводы:

- эффективность управления массивами определяется напряжениями в них;
- материалы с усадкой не обеспечивают необходимого уровня напряжений;
- сочетание несущих возможностей природных и искусственных массивов повышает показатели технологий разработки.

Инструментом воздействия на массив является разделение его на участки, где прочность определяется напряжениями пород не в массиве до поверхности, а лишь в нижнем его слое, высота которого зависит от ширины плоского пролета подработки массива.

Параметры разрушения массива и земной поверхности над ним зависят от площади подработки и времени существования технологических пустот. Результирующим показателем технологического воздействия на массив является уровень напряжений, величина которых корректируется технологическими приемами.

Разгрузка напряжений до величины менее критической предотвращает развитие критических деформаций и стабилизирует состояние участка.

Для оценки динамики нарастания напряжений и разрушения массива оборудуют наблюдательные станции с глубинными и контурными реперами. Их показания использованы для анализа геодинамики массива.

Анализ результатов разгрузки массива от высоких напряжений позволяет судить об ее эффективности.

Моделирование напряженности массивов осуществляют с целью оценки состояния напряженно-деформированного массива вмещающих пород и прогнозирование его поведения в течение многих лет по завершению добычных работ.

На месторождениях цветных, благородных и редких металлов оруденение чаще всего закономерно увязано с геолого-структурными позициями. Как правило, рудные тела увязаны с местами сочленения разрывных структур с неоднородностями земной коры, тектоническими узлами или усложнениях главных разрывных нарушений.

Массивы ранжируют по признаку нарушения тектоническими структурами:

- мало-нарушенные – в породах со сравнительно простыми геологическими условиями;
- средне-нарушенные с умеренным развитием нарушений.
- весьма нарушенные на участках сочленения крупных рудных залежей друг с другом и примыкания крутопадающих и пологопадающих рудных тел друг к другу.

Нарушения придают массивам дискретный характер, что обуславливает различие механических свойств пород.

Отличительной чертой скальных месторождений, определяющих их особую геомеханическую позицию, является то, что они представляют собой совокупность крупных рудных тел, влияющих друг на друга в большей степени, чем это происходит при отработке небольших месторождений. В максимальной степени это происходит на участках сочленения крупных рудных тел друг с другом.

Отличительная черта таких массивов – в том, что ослабление их элементов не разрушает массива в целом из-за большого различия в масштабах совокупности рудных тел и их составных элементов. Даже близкие по величине к критическим напряжения не разрушают массивов, если не превышает величина заданных деформаций.

Скальные рудные месторождения отличаются от месторождений других типов повышенными значениями геодинамических параметров: хрупкостью, коэффициентом удароопасности и тектонической нарушенностью.

Исследуемой проблеме посвящено много публикаций.

Кучин А.С., оценивая вероятность повреждения поверхностных объектов в зоне тектонической деятельности, пришел к выводу, что при определении деформаций различными методами разница достигает 30 % в рамках исследуемого участка земной коры.

Батугин А.С. выделяет блочную структуру нескольких уровней, оценивает активность блоковых границ, взаимодействие и напряженное состояние пород посредством геодинамического районирования на основе выявления напряженных и разгруженных зон. Данные геодинамического районирования дают информацию о расположении и характеристике опасных зон.

Активность тектонических нарушений массива повышается со временем за счет изменения сжатия их крыльев. При этом одно из крыльев получает возможность внезапного смещения. Поскольку современные геодинамические процессы, изменяясь под воздействием техногенеза, оказывают комплексное воздействие на окружающую среду, необходимы мероприятия по защите гидросферы и атмосферы. Систематизация инженерных мер защиты окружающей среды с учетом геодинамического состояния недр показывает, что эти меры занимают определенное место в системе мер обеспечения экологической безопасности.

Шек В.М. при проведении экологического аудита горных объектов, а также для нужд системы экологического контроля на горном предприятии разрабатывают методы оценки взаимодействия предприятия с окружающей средой по направлениям:

- моделирование данных по окружающей среде;
- разработка концепции создания проектов эко-ГИС;
- адаптация существующих ГИС-технологий для экологических территориальных задач;
- моделирование чрезвычайных ситуаций с мониторингом окружающей среды и оборудования в реальном времени.

Анализом геодинамических процессов в регионе устанавливают геомеханические закономерности:

- опасные явления в массивах являются следствием некорректности принятых технологических решений;
- интерполяция результатов опасных последствий позволяет прогнозировать и предупреждать катастрофические последствия.

Так, на территории региона РСО-Алания природные явления обнаруживают тенден-

цию к интенсификации [14].

Продолжается развитие обвально-оползневых процессов в уступах правобережных террас рек Терек и Курп в районе с. Сухотское, где зафиксировано появление трещин бортового отпора и смещение кромки эрозионного уступа со скоростью от 1,2 до 4,5 м/год.

На южном склоне Сунженского хребта, в районе автодороги Владикавказ-Моздок, на нескольких участках дорога разрушается полностью. Причиной активизации оползней является глубокая подрезка склона при отсутствии защитных противооползневых мероприятий.

Селевыми массами уничтожено полотно дороги Бурон – курорт Цей, что связано с отсутствием селепропускных сооружений. Сарагонский селевой очаг явился источником грязекаменного селевого потока. Основным фактором его активизации явилось техногенное изменение рельефа поймы выше автотрассы.

Активизировался техногенный оползень в г. Алагир, образовавшийся в 1985 г. Смещение оползня составило 6...7 м, объем оползших глинистых пород 20...30 тыс. м³. Язык оползня дошел до основания жилого дома, в котором начались деформации.

Примером техногенной интенсификации обвально-осыпных процессов является строительство участка «Святой Георгий» в верховом откосе автодороги Чиколла – Мацута в районе Скалистого хребта. Осыпной участок имеет площадь 3 га при уклоне, превышающем угол естественного откоса. Активизация наблюдалась в весенний период, объем осыпавшегося материала 250300 м³.

Процессы деформирования трещиноватого блочного массива скальных горных пород исследовались в натурных условиях на участках массива горных пород, находящихся в областях влияния подземных разработок Садонских месторождений в течение 2 лет. Установлено, что в экспериментальных полях деформации на исследуемых площадях четко проявляется дискретный характер их распределения.

Уровень дискретности деформирования скальных массивов играет важную роль в проблеме сохранения сооружений, находящихся в мульде сдвижения, так как на

границе структурных блоков уровень деформаций в несколько раз больше, чем в блоках.

Высокий уровень деформаций распространяется далеко за границы отстраиваемой по средним значениям деформаций мульды сдвижения.

Следовательно, дискретное деформирование массива скальных горных пород

оказывает важное влияние на состояние охраняемых объектов.

Исследования деформаций с целью практической оценки роли дискретности в решении проблемы охраны сооружений от воздействия процесса сдвижения проводились на сложно-структурных месторождениях Садона (рис. 2).

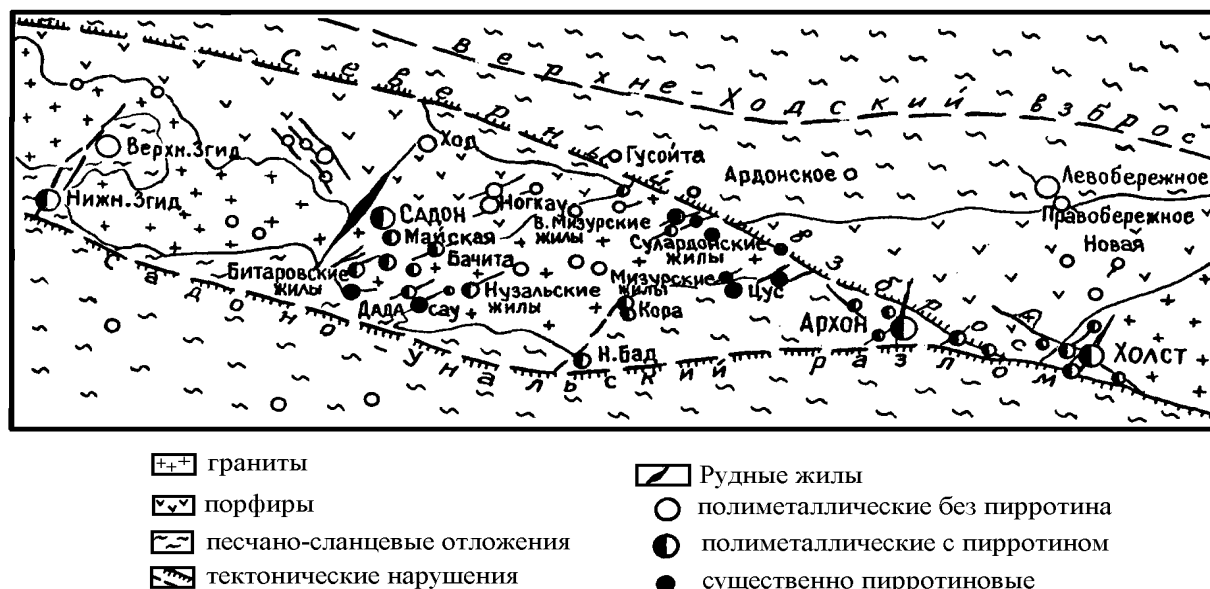


Рис. 2. Структура Садонских месторождений

Деформации массива пород исследовали путем проведения систематических инструментальных измерений на наблюдательных станциях, оборудованных на земной поверхности. Наблюдательные станции состоят из системы геодезических реперов, расположенных по профильным линиям вкрест и по простиранию рудных тел.

Реперы представляют собой металлические стержни, забетонированные в скважины за пределами глубины сезонного промерзания, составляющей 1,8...2,0 м. Расстояние между реперами составляет от 10...15 м до 25...50 м. Каждая профильная линия включает в себя рабочие реперы и опорные, находящиеся за границами мульды сдвижения.

Инструментальные наблюдения включали в себя два вида высокоточных измерений – горизонтальных длин интервалов профильных линий и высотных отметок реперов. Длины измеряются в прямом и обратном направлениях стальными компарированными рулетками с точностью 1:20000. Высотные отметки определяются нивелированием III класса с точностью до 3 мм/км.

По изменениям длин интервалов вычислены горизонтальные деформации растяжение-сжатие, а по изменениям высот – вертикальные деформации – наклон. Эти два вида деформаций анализируются. Периодичность наблюдений в зависимости от развития процесса сдвижения составляет 1 раз в месяц.

На месторождении Верхний Згид наблюдения выполнены на участке размером 400×200 м, расположенный висячем боку месторождения. Участок ограничен профильными линиями I и II, по которым заложено 35 рабочих реперов.

Дискретность деформирования данного участка исследовалась по абсолютным значениям распределения скоростей вертикальных и горизонтальных деформаций. Характер распределения скоростей вертикальных и горизонтальных деформаций имеет общую природу. Коэффициент корреляции между ними в данном случае достаточно велик и составляет 0,89 для профильной линии I и 0,80 для профильной линии II.

Распределение скоростей деформаций по профильным линиям происходит крайне неравномерно.

Зоны с повышенными скоростями деформаций представлены в виде сравнительно узких полос, пересекающих профильные линии. Несмотря на несколько иную природу проявления вертикальных и горизонтальных деформаций, они концентрируются на одних и тех же участках.

Имеющиеся отклонения в распределении скоростей вертикальных и горизонтальных деформаций обусловлены наличием на экспериментальном участке блоков более низкого иерархического порядка. Чтобы исключить ее влияние, результаты измерений подвергнуты статистической обработке – сглаживанию методом скользящего окна.

По результатам статистической обработки были заново построены графики распределения скоростей вертикальных и горизонтальных деформаций. В результате сглаживания кривая распределения скоростей деформаций приобрела более спокойный характер, исчезли некоторые локальные возмущения поля деформаций. Несмотря на это, сохранилась связь между распределением скоростей разных видов деформаций.

Для профильной линии I, коэффициент корреляции вырос и составил 0,96 против 0,89 до сглаживания. Это свидетельствует о сильной связи между закономерностями распределения вертикальных и горизонтальных деформаций и о влиянии блочности более низкого уровня на деформирование массива горных пород.

Для профильной линии II, коэффициент корреляции составил 0,60 против 0,80 до сглаживания. Это свидетельствует о том, что в деформировании данного участка основную роль играют геологические структуры более низкого порядка, которые в результате статистической обработки были сглажены. Однако связь между распределением скоростей вертикальных и горизонтальных деформаций прослеживается достаточно четко.

На экспериментальных участках в значительной мере проявляется дискретный характер деформирования массива горных пород. Значительную роль в деформировании массива играют, как достаточно крупные, размером до 100 метров блоки массива, так и более мелкие структуры.

На месторождении Садон наблюдатель-

ная станция заложена на промышленной площадке рудника в лежащем боку месторождения. Геодезические наблюдения на наблюдательной станции производятся на протяжении 30 лет.

С 1983 г. на промплощадке шахты развивается процесс сдвижения, что создает угрозу промышленным сооружениям рудника. Развитие процесса сдвижения обусловлено формированием вторичного поля напряжений в условиях анизотропного тектонического поля напряжений, максимальные сжимающие напряжения которого действуют по простиранию месторождения и создают высокий уровень концентрации вторичных напряжений в лежащем боку.

Максимальные уровни деформаций зафиксированы у границ зоны обрушения. Этот уровень деформаций близок к предельному состоянию, при которых зона плавных деформаций переходит в зону обрушения. Распределение деформаций по территории происходит неравномерно, с взаимным чередованием зон повышенных и пониженных деформаций. Обращает на себя внимание высокая контрастность в распределении деформаций.

На границах структурных блоков коэффициенты концентрации изменяют значение от 2...5 до 10...15.

Выполненные исследования в совокупности с результатами других исследователей позволяют утверждать [15...17]:

- дискретный характер деформирования блочного массива влияет на сохранность сооружений в зоне влияния горных разработок, поэтому поведение структурных нарушений необходимо оценивать на стадии проектирования;

- в скальных трещиноватых массивах деформации концентрируются на границах структурных блоков.

- дискретность проявляется на всех уровнях блочной иерархии, но исследование ее параметров требует вариации длин интервалов наблюдательной станции;

- параметры дискретного деформирования имеют важное практическое значение в вопросах охраны сооружений от воздействия горных разработок и их влияние должно оцениваться прогнозными расчетами на стадии проектирования объекта.

Позднекайнозойские и четвертичные движения земной коры сопровождаются мощными землетрясениями. В позднем кайнозое проявилась планетарная активизация тектонических процессов, придавшая современный облик континентам.

Усилились вулканизм и землетрясения. Характерны повсеместность и неравномерность тектонических движений, особенно по вертикали.

Тектоногенез охватывает всю литосферу, как по площади, так и по вертикали. Каждый регион должен рассматриваться с точки зрения направленности тектоногенеза по вертикали и горизонтального сжатия или растягивания отдельных блоков.

Восточная часть Северного Кавказа характеризуется активной геодинамикой. Это выражается в активности современных тектонических движений, высокой сейсмичности и широком развитии экзогенных геологических процессов.

На территории Северного склона Кавказа в историческое время произошло 142 сильных землетрясения силой от 5 до 8 баллов, активизировавших развитие экзогенных геологических процессов. Наиболее сильные из них, происшедшие в XX веке: Дарьяльское в 1915 г., Северо-Осетинское в 1923 году, Дагестанское в 1970 г., Черногорское в 1976 г., Грозненское в 1989 г. и др.

Анализ и систематизация данных о сильных землетрясениях и результатов 434 макросейсмических наблюдений в 128 пунктах позволили составить карту максимальных сейсмических деформаций северного склона Большого Кавказа. Установлено, что наибольшей активностью характеризуются зоны землетрясений интенсивностью в 7...8 баллов. Данные о максимальной сейсмической активности не совпадают с характеристикой сейсмичности на карте общего сейсмического районирования. На ней все южные районы отнесены к зоне девятибалльных землетрясений повторяемостью в 100 лет. Северная часть территории региона, совпадающая с низкогорьем, по ОСР-93 отнесена к восьмibalльной зоне.

Наиболее обоснованная оценка устойчивости геологической среды обеспечивается на основе детального сейсмического районирования с учетом влияющих факторов.

При исследовании ставилась задача объяснить механизм сдвигения масс катастрофического характера.

Оползни происходят, когда часть массы пород и льда действует под прямым углом к кривой, а остальная направлена вдоль кривой. Степень противодействия движению определяется силами связности грунта, называемой сопротивлением сдвигу. В сухом и твердом состоянии связные породы по свойствам близки к скальным. При переходе из пластичного состояния в текучее связность уменьшается до нуля. Исследованиями установлено, что при влажности 12,5...30,4 % сцепление составляет $(0,69...8,04) \times 10^4$ Па.

При нарушении равновесия начинается лавинообразное движение грунта. Если снижение веса блока грунта менее стабилизирующей силы сопротивления сдвигу, то склон становится неустойчивым. Почти все исследованные оползни произошли по берегам рек и на их изгибах.

Первые признаки оползня проявляются на некотором расстоянии от гребня склона. В зернистых материалах, возникают как природные, так и появившиеся в результате деятельности человека откосы. Склоны, сложенные зернистыми материалами, иногда имеют наклоны выше угла естественного откоса.

Оползни в глинах завершаются катастрофическими смещениями, похожими на потоки, поскольку избыток воды в глинах превращает твердый материал в текучую грязь, способную перемещать большие блоки материала, который еще находится в твердом состоянии.

Стихийные явления в виде лавин, камнепадов, селей, оползней и ливневых дождей в горной части Северной Осетии, имели место всегда. О них упоминается в летописях, народных сказаниях, путевых очерках путешественников и очевидцев, которые в давние времена посещали Кавказ. В связи с геолого-географическими исследованиями, которые начались в России и на Кавказе в конце XVIII и начале XIX веков, накопилось довольно значительное количество научных работ, в которых приводились данные о вреде, наносимом селевыми потоками.

Наиболее основательную и научно-обоснованную характеристику селям дал Старковский Б.И. (1860...1865 гг.). Он рекомендовал инженерное решение высокогорной части трассы будущей дороги с минимальным ущербом в период эксплуатации. Интересные сведения по селям имеются в трудах Абиха Г.И. (1867...1870 гг.) и Хатисяна Г.С. (1869...1889 г.).

Заслуживают внимания сведения по селям таких исследователей Северной Осетии, как Мушкетов, Динник, Астухов, которые в конце XIX века дали характеристику природным явлениям.

Наблюдения за стихийными явлениями в Северной Осетии начались официально с 1862 г. вследствие активизации работ по строительству Военно-Грузинской дороги, где селевая опасность была связана с ледниками Казбека. В период с 1902 по 1917 гг. селевая опасность на территории Северной Осетии изучалась А.И. Духовским.

В начале XX века внимание ученых было приковано к ледникам Майли и Колка, изучением которых занимались Э.А. Штебер, Д.Д. Пагирен и Н.В. Поггенполь.

Наиболее селеопасными районами в горах Северной Осетии считаются окрестности Военно-Грузинской и Военно-Осетинской дорог, горная Дигория, Куртатинское и Геналдонское ущелья, Тагаурия, Цей и Зарамаг.

Скальные породы слагают возвышенности большой высоты. Плоскости напластования и трещины отдельности в породе редко бывают горизонтальными. Если у пород появляется возможность движения вдоль внутренних поверхностей, происходит катастрофическое падение значительной массы пород.

Лавины являются одним из наиболее частых катастроф региона. Механизм их образования сходен с оползнями.

Карстовые явления в окрестностях исследуемого участка распространены незначительно. Провалы имеют в плане округлую форму: от маленьких воронок диаметром 0,3...0,6 м до крупных понижений диаметром 100 м и больше. Они возникли в результате растворения известняков. Медленное растворение известняка углекислыми водами образует воронки, которые проявляются на поверхности или как ее про-

садка, или при обрушении пород, перекрывающих возникающую полость.

Сходы ледников с катастрофическими последствиями происходят с периодичностью в несколько десятилетий (1902, 1969, 2002 г.). Сход Девдоракского ледника в 1832 г. имел объем до 15000000 м^3 с площади около 10 км^2 . Основные последствия сходов ледников заключались в том, что прекращалось сообщение по Военно-Грузинской дороге, а в южной части Дарьяла создавалась подпруда для Терека, прорывы которой создавали катастрофы.

Геналдонская катастрофа 1902 г. сопровождалась большими человеческими жертвами. Ее характерная особенность – одновременное сдвижение семи висячих ледников, спускающихся с водораздельного хребта, соединяющего горы Колкайхох и Казбек, со скоростью около 30 м/с, т.е. скоростью урагана.

Гипотетически в любом месте Земли может быть сильнейшее землетрясение, и его уровень характеризуется вероятностью. Поэтому выбранный уровень интенсивности 7 баллов не противоречит такому пониманию и позволяет исключить из рассмотрения проявление физической нелинейности, характерной для сильных землетрясений, что еще более усложнит задачу.

Обращает на себя внимание, что крупные оползни и сходы ледников приурочены к участку земной коры, вмещающему крупную Садонскую рудную провинцию с многолетней и интенсивной разработкой месторождений взрывным способом. Имеет право на существование гипотеза об иницирующей роли горных работ в недрах рудников в катастрофах типа схода ледника Колка в 2002 г.

В Северо-Осетинском регионе места локализации рудных месторождений увязаны с крупными антиклиналями широтного направления. Между антиклиналями расположены связующие их синклинали различного падения. Вдоль крыльев антиклиналей проходят крупные разрывы. По данным Л.А. Варданянца линия разрыва, проходящая почти точно по р. Кабахи, протягивается к западу вдоль водораздела между ледниками Девдорак и Чач. Западнее этот же разрыв появляется в бассейнах р. Фиадон и Ардон (рис. 3).

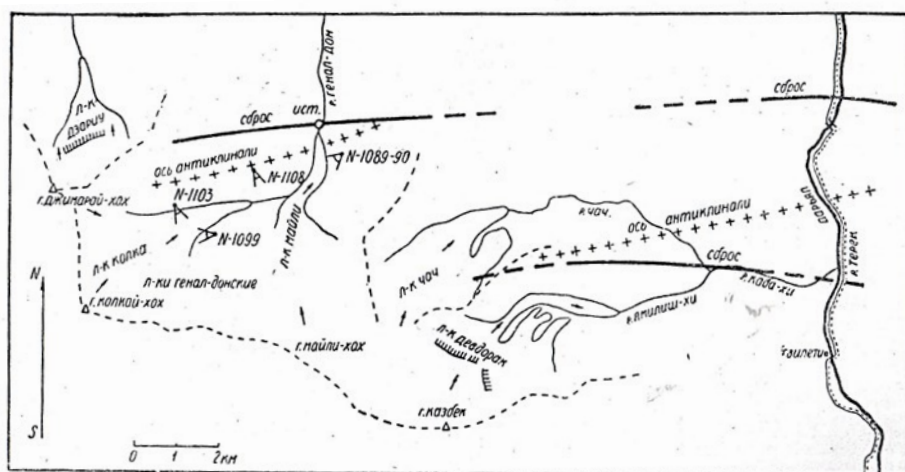


Рис. 3. Тектоническая ситуация региона схода ледника Колка

По северную сторону антиклиналей наблюдаются аналогичные разрывы. Между сбросами находятся горсты, сложенные антиклиналями. Дарьяльское ущелье располагается в пределах этого горста.

Аналогичное положение отмечается в Кассарском ущелье, которое расположено на западном продолжении Дарьяльского горста. Подъем горста перераспределяет в массивах напряжения, приуроченные к поверхностям тектонических разрывов. Эти напряжения достигают критической величины и инициируют процессы разгрузки напряжений.

Разгрузка напряжений сопровождается сотрясанием массива, с разрушением слагающих его масс, в т.ч. льда, со сходом их в нижерасположенные участки, например, сход ледника «Колка» в 2002 г.

Отличие горной геомеханики в том, что для оптимального управления сдвижением горного массива необходимо знание количественных показателей его напряженного состояния на конкретных участках, чего не требуется в других научных дисциплинах. Для этого необходимы специальные исследования для определения направления напряжений, интенсивности и степени ослабления массива трещиноватостью и тектоническими нарушениями, а также комплекса прочностных, деформационных и реологических свойств пород, в том числе в процессе разрушения.

Если в инженерных сооружениях на поверхности расчеты производят из условия сохранения в допредельном состоянии, то в рамках горной геомеханики решают задачи по обеспечению рабочего состояния объек-

тов в условиях неупругого деформирования и разрушения горного массива. Расчеты проводят не по допускаемым напряжениям или нагрузкам, а по деформациям за пределом его прочности.

Данные геодинамического районирования характеризуют пространственное расположение опасных зон, пересекающих объект или взаимодействующих с ним. Это представляет интерес для месторождений полезных ископаемых, трубопроводов, автомобильных и железных дорог и крупных объектов гражданского и промышленного строительства, корректировка пространственного положения которых невозможна. На основе рекомендаций предлагаемой методики возможна разработка защитных инженерных мероприятий, увязанных со спецификой объектов.

Изменение активности тектонических нарушений массива происходит и на склонах гор за счет уменьшения нормального сжатия крыльев нарушений. При этом одно из крыльев при технологическом ослаблении получает возможность внезапного смещения в сторону падения склона. Поэтому в качестве одной из мер защиты рассматривается использование технологий, предусматривающих уменьшение масштабов воздействия на массив во время строительства и эксплуатации.

Суммарный учет негативных последствий природных и техногенных катастроф участвует в технико-экономическом сравнении вариантов технологий:

Интегральная модель природно-техногенного катастрофического поражения окружающей среды:

$$Y = [y_{\Pi} + y_T \cdot ((Q_a + Q_z + Q_l) \cdot P_z)] K_y \cdot K_3 \cdot K_T \cdot K_H$$

где Y – величина ущерба окружающей среде; y_{Π} – ущерб природного происхождения; y_T – ущерб техногенного происхождения; P_z – количество работ по ликвидации последствий катастроф; Q_a , Q_z , Q_l – количество загрязнителей в атмосфере, гидросфере и литосфере; K_y – коэффициент усиления воздействия на среду; K_3 – коэффициент влияния загрязнителей на биосферу; K_T – коэффициент точности прогнозирования наступления катастрофы; K_H – коэффициент риска наступления катастрофы от неучтенных факторов.

Поскольку современные геодинамические процессы, изменяясь под воздействием технологий, оказывают комплексное воздействие на окружающую среду, необходим системный мониторинг состояния массива и земной поверхности с учетом всех аспектов разрушения, разработка и обоснование мероприятий по защите экосистем окружающей среды [18, 19].

Выводы. 1. Геомеханическая сбалансированность массивов и земной поверхности в районе освоения недр в течение неопределенно долгого периода времени обуславливает необходимость системного мониторинга состояния массива пород.

2. Механизм взаимодействия природных и техногенных напряжений в массиве носит адекватный характер и может быть использован для оптимизации горных технологий по фактору природо- и ресурсосбережения в районе освоения недр.

3. Мониторинг состояния массива и земной поверхности в процессе освоения запасов месторождений должен включать учет аспектов разрушения геомеханического характера, разработку и обоснование мероприятий по защите экосистем окружающей среды технологическими методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Golik V., Komashenko V., Morkun V., Burdzieva O. Modelling of rock massifs tension at underground ore mining // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 8. P. 540–543.
2. Reiter K., Heidbach O. 3-D geomechanical-numerical model of the contemporary crustal stress state in the Alberta Basin (Canada). Solid Earth. 2014. No. 5. pp. 1123–1149.

3. Анохин А.Г., Семенько К.А., Дарбинян Т.П., Цирель С.В., Мулёв С.Н. Методология учета степени влияния нарушенности рудопородного массива на сейсмический риск // Горный журнал. 2014. № 4. С. 19–24.

4. Marschalko M., Yilmaz I., Bednárík M., Kubečka K. Influence of underground mining activities on the slope deformation genesis: Doubrava Vrchovec, Doubrava Ujala and Staric case studies from Czech Republic // Engineering Geology. 2012. Vol. 147. P. 37–51.

5. Xiao Y.-X., Feng X.-T., Hudson J. A., Chen B.-R., Feng G.-L. et al. ISRM Suggested Method for In Situ Microseismic Monitoring of the Fracturing Process in Rock Masses // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2016. Vol. 49. Iss. 1. P. 343–369.

6. Голик В.И., Комащенко В.И., Шкуратский Д.Н. Оптимизация состава твердеющих смесей по геомеханическим условиям при подземной разработке рудных месторождений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 3. С. 164–176.

7. Галаов Р.Б., Звездин В.А., Шабаров А.Н. Геомеханическое обоснование безопасных способов разработки тектонически напряженных блоковых структур рудных залежей Талнахского узла // Горный журнал. 2013. № 12. С. 17–21.

8. Голик В.И., Комащенко В.И., Качурин Н.М. Концепция комбинирования технологий разработки рудных месторождений // Известия Тульского государственного университета // Науки о Земле. 2015. № 4. С. 76–88.

9. Голик В.И., Якименко А.Д., Цидаев Т.С. Садонские месторождения: история и проблемы разработки // Горный журнал. 2004. № 10. С. 025–028.

10. Golik V., Doolin A., Komissarova M., Doolin R. Evaluating the Effectiveness of Utilization of Mining Waste // Medwell Journals, International Business Management. 2015. № 9 (5). P. 1993–5250.

11. Shojaei A., Dahi Taleghani A., Li G. A continuum damage failure model for hydraulic fracturing of porous rocks // International Journal of Plasticity. 2014. Vol. 59. P. 199–212.

12. Ляшенко В.И. Повышение экологической безопасности в горнодобывающем регионе // ЗАО НТЦ ПБ. Безопасность труда в промышленности. 2014. №12. С. 54-59.

13. Протосеня А.Г., Куранов А.Д. Методика прогнозирования напряженно-деформированного состояния горного массива при комбинированной разработке Коашивинского месторождения // Горный журнал. 2015. № 1. С. 67–71.

14. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Каргин К.Г. Основа устойчивого развития РСО-Алания – горнодобывающая отрасль // Устойчивое развитие горных территорий. 2017. №2(32). С.163-172.

15. Haeri H., Shahriar K., Fatehi Marji M., Moarefvand P. Experimental and numerical study of crack propagation and coalescence in pre-cracked rock-like disks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2014. Vol. 67. P. 20–28.

16. King B., Goycoolea M., Newman A. Optimizing the open pit-to-underground mining transition // European Journal of Operational Research. 2017. Vol. 257. Iss. 1. P. 297–309.

17. Голик В.И. Концептуальные подходы к созданию мало- и безотходного горнорудного производства на основе комбинирования физико-технических и физико-химических геотехнологий // Горный журнал. 2013. № 5. С. 93-97.

18. Wang N., Wan B. H., Zhang P., Du X. L. Analysis on deformation development of open-pit slope under the influence of underground mining // Legislation, Technology and Practice of Mine Land Reclamation : Proceedings of the Beijing International Symposium on Land Reclamation and Ecological Restoration (LRER 2014). – London : Taylor & Francis Group, 2015. P. 53–58.

19. Козырев А.А., Федотова Ю.В., Журавлева О.Г. Вероятностный прогноз сейсмоопасных зон в условиях удароопасных месторождений Хибинского массива // Вестник МГТУ. 2014. Том 17. № 2. С. 225–230.

20. Yunjin H., Guolong C., Weiping C., Zhenjun Y. Simulation of hydraulic fracturing in rock mass using a smeared crack model // Computers and Structures. 2014. Vol. 137. P. 72–77.

21. Месхи Б., Плешко М., Булигин Ю., Алексеенко Л., Молев М. М. Обеспечение безопасной эксплуатации и оценки состоя-

ния подземных сооружений методом акустического резонансного дефектоскопа. Серия конференций ИОР: Земля и Экологические науки, 90 (1), 012217 (2017) doi.org/10.1088/1755-1315/90/1/012217.

REFERENCES

1. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Burdzieva O. Modelling of rock massifs tension at underground ore mining // Metallurgical and Mining Industry. 2015. № 8. P. 540– 543.

2. Reiter K., Heidbach O. 3-D geomechanical-numerical model of the contemporary crustal stress state in the Alberta Basin (Canada). Solid Earth. 2014. No. 5. P. 1123–1149.

3. Anohin A.G., Semen'ko K.A., Darbinyan T.P., Cirel' S.V., Mulyov S.N. Metodologiya ucheta stepeni vliyaniya narushennosti rudopodnogo massiva na seismicheskij risk // Gornyj zhurnal. 2014. № 4. S. 19–24.

4. Marschalko M., Yilmaz I., Bednárík M., Kubečka K. Influence of underground mining activities on the slope deformation genesis: Doubrava Vrchovec, Doubrava Ujala and Staric case studies from Czech Republic // Engineering Geology. 2012. Vol. 147. P. 37–51.

5. Xiao Y.-X., Feng X.-T., Hudson J. A., Chen B.-R., Feng G.-L. et al. ISRM Suggested Method for In Situ Microseismic Monitoring of the Fracturing Process in Rock Masses // Rock Mechanics and Rock Engineering. 2016. Vol. 49. Iss. 1. P. 343–369.

6. Golik V.I., Komashchenko V.I., Shkuratskij D.N. Optimizaciya sostava tverdeyushchih smesey po geomekhanicheskim usloviyam pri podzemnoj razrabotke rudnyh mestorozhdenij // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2016. № 3. S. 164-176.

7. Galaov R.B., Zvezdkin V.A., Shabarov A.N. Geomekhanicheskoe obosnovanie bezopasnyh sposobov razrabotki tektonicheski napryazhennyh blokovyh struktur rudnyh zalezhej Talnahskogo uzla // Gornyj zhurnal. 2013. № 12. S. 17–21.

8. Golik V.I., Komashchenko V.I., Kachurin N.M. Konceptiya kombinirovaniya tekhnologij razrabotki rudnyh mestorozhdenij // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta // Nauki o Zemle. 2015. № 4. S. 76-88.

9. Golik V.I., YAkimenko A.D., Cidaev T.S. Sadonskie mestorozhdeniya: istoriya i problemy razrabotki // Gornyj zhurnal. 2004. № 10. S. 025-028.
10. Golik V., Doolin A., Komissarova M., Doolin R. Evaluating the Effectiveness of Utilization of Mining Waste // Medwell Journals, International Business Management. 2015. № 9 (5). P. 1993–5250.
11. Shojaei A., Dahi Taleghani A., Li G. A continuum damage failure model for hydraulic fracturing of porous rocks // International Journal of Plasticity. 2014. Vol. 59. P. 199–212.
12. Lyashenko V.I. Povyshenie ehkologicheskoy bezopasnosti v gornodobyvayushchem regione // ZAO NTC PB. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2014. №12. S. 54-59.
13. Protosenya A. G., Kuranov A. D. Metodika prognozirovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya gornogo massiva pri kombinirovannoj razrabotke Koashvinskogo mestorozhdeniya // Gornyj zhurnal. 2015. № 1. S. 67–71.
14. Golik V.I., Razorenov Yu.I., Karginov. Osnova ustojchivogo razvitiya RSO-Alaniya – gornodobyvayushchaya otrasl' // Ustojchivoe razvitie gornyh territorij. 2017. №2(32). s.163-172.
15. Haeri H., Shahriar K., Fatehi Marji M., Moarefvand P. Experimental and numerical study of crack propagation and coalescence in pre-cracked rock-like disks // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2014. Vol. 67. P. 20–28.
16. King B., Goycoolea M., Newman A. Optimizing the open pit-to-underground mining transition // European Journal of Operational Research. 2017. Vol. 257. Iss. 1. P. 297–309.
17. Golik V.I. Konceptual'nye podhody k sozdaniyu malo i bezothodnogo gornorudnogo proizvodstva na osnove kombinirovaniya fiziko-tekhnicheskikh i fiziko-himicheskikh geotekhnologij // Gornyj zhurnal. 2013. № 5. S. 93-97.
18. Wang N., Wan B. H., Zhang P., Du X.L. Analysis on deformation development of open-pit slope under the influence of underground mining // Legislation, Technology and Practice of Mine Land Reclamation : Proceedings of the Beijing International Symposium on Land Reclamation and Ecological Restoration (LRER 2014). London: Taylor&Francis Group, 2015. P. 53–58.
19. Kozyrev A.A., Fedotova Yu.V., Zhuravleva O.G. Veroyatnostnyj prognoz sejsmoopasnyh zon v usloviyah udaroopasnyh mestorozhdenij Hibinskogo massiva // Vestnik MGTU. 2014. Tom 17. № 2. S. 225–230.
20. Yunjin H., Guolong C., Weiping C., Zhenjun Y. Simulation of hydraulic fracturing in rock mass using a smeared crack model // Computers and Structures. 2014. Vol. 137. P. 72–77.
21. Meskhi B., Pleshko M., Buligin YU., Alekseenko L., Molev M. M. Obespechenie bezopasnoj ehkspluatacii i ochenki sostoyaniya podzemnyh sooruzhenij metodom akusticheskogo rezonansnogo defektoskopa. Seriya konferencij IOP: Zemlya i Ehkologicheskie nauki, 90 (1), 012217 (2017) doi.org/10.1088/1755-1315/90/1/012217.

TO MONITORING THE STATE OF THE ROCK MASSIF WITH THE DEVELOPMENT OF SUBSOIL FOR AN INDEFINITE LONG PERIOD OF TIME

Golik V.I., Kelekhsaev V.B., Savelkov V.I., Gashimova Z.A.

Annotation: the article is devoted to the choice of technologies for the underground mining of ore deposits, under which a stable state of the massif and a section of the earth's surface above it is provided during not only the development of the deposit, but also for an indefinitely long time. The purpose of the study is the development of a mechanism for monitoring the state with the preservation of the massif and the earth's surface in the area of subsoil development for an indefinitely long period of time. It is achieved by solving problems combining the influence of stresses on the behavior of the array as a result of natural and man-made impacts. The research method is based on the hypothesis that the technological impact on mountain objects activates the influence of tectonic disturbances up to the provocation of natural phenomena. The results of studies of natural and induced deformations are given to assess the role of discreteness in the development of the displacement process in Sadon's complex structural deposits. A hypothesis is formulated about the confinement of catastrophes to a section of the earth's crust that accommodates a large Sadon ore province with intensive development of deposits by an explosive method. An integral model for assessing the results of natural and technogenic catastrophic environmental damage for a technical and economic comparison of technology options is proposed. It is shown that the mechanism of interaction of natural and man-made stresses in the array is adequate and can be used to optimize mining technologies in the subsoil development area. The necessity of system monitoring of the state of the massif and the earth's surface is proved for the development of measures to protect the ecosystems of the environment during the development of subsurface for an indefinitely long period of time.

Key words: underground mining, ore deposit, stability of the massif, monitoring, natural and man-caused impact, discreteness of rocks, stresses.

© Голик В.И., Келексаев В.Б., Савелков В.И., Гашимова З.А., 2018

Голик В.И., Келексаев В.Б., Савелков В.И., Гашимова З.А. К мониторингу состояния массива пород при освоении недр в течение неопределенно долгого периода времени // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 48-60.

Golik V.I., Kelekhsaev V.B., Savelkov V.I., Gashimova Z.A., 2018. To monitoring the state of the rock massif with the development of subsoil for an indefinite long period of time. Vector of Geosciences. 1(2): 48-60.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНОГО СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Валиев Д.С. – кандидат экономических наук, доцент кафедры землепользования и кадастров, Государственный университет по землеустройству, valiev@guz.ru

Хабарова И.А. – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры городского кадастра, Государственный университет по землеустройству, irakhabarova@yandex.ru

Хабаров Д.А. – аспирант, Государственный университет по землеустройству, khabarov177@yandex.ru

Аннотация: в статье делается вывод о том, что главными проблемами учёта экологической составляющей при проведении кадастровой оценки земель промышленности и иного специального назначения являются отсутствие утверждённой на государственном уровне единой методики учёта экологических параметров, а также отсутствие общепринятых экологических параметров как таковых. Авторами статьи предлагается ряд положений, которые могут послужить концептуальной основой для разработки методических основ учёта экологических факторов при кадастровой оценке земель промышленности и иного специального назначения.

Ключевые слова: кадастровая оценка земель, земли промышленности и иного специального назначения, экологические параметры, классификация объектов промышленности.

Введение. В российской научной литературе достаточно давно поднимаются вопросы изменения методических подходов к осуществлению кадастровой оценки земель, связанные с многочисленными недостатками, основными причинами которых являются как массовый характер оценки, при котором упускаются многочисленные особенности отдельно взятых землевладений и землепользований (включая расположенные на земельных участках уникальные инфраструктурные объекты, требующие индивидуального подхода при оценке их стоимости), так и недостатки методического характера в рамках осуществления массовой оценки, куда относятся и проблемы выбора факторов, оказывающих влияние на итоговый результат оценки.

Основная часть. Ещё в середине 2000-х гг., численные результаты кадастровой оценки по группам, на которые в соответствии с оценочной методикой подразделялись земли промышленности и иного специального назначения, различались в 100 раз [1]. Особенно обращало на себя внимание то обстоятельство, что методика оценки земельных участков, относящихся к четвёртой группе земель промышленности и иного специаль-

ного назначения, к которой относились, в том числе, земельные участки для размещения железнодорожных путей и автомобильных дорог, для размещения нефтепроводов, газопроводов и иных трубопроводов, т.е. протяжённых линейных объектов, базировалась на определении кадастровой стоимости в зависимости от значений удельных показателей кадастровой стоимости участков, являющихся смежными с участками четвёртой группы [1]. Таким образом, учитывая особенности размещения и протяжённость линейных объектов, расчёт их кадастровой стоимости осуществлялся на основе стоимости разнородных земельных участков, включая, к примеру, земли лесного фонда, при том, что доходность лесной отрасли и её важность для экономики страны ниже, чем аналогичные показатели для сфер перевозки грузов и транспортировки энергоносителей.

В тоже время, исследователями обращалось внимание и на отсутствие в списке факторов, влияющих на кадастровую стоимость, экологической составляющей. Например, в работе [2] предлагалось, в целях рационализации управления земельными ресурсами и повышения эффективности землеустроительных мероприятий, дополнить список факторов критериев кадастровой оценки следующими позициями:

- влияние тектонического строения (геоморфологическое положение);
- влияние минеральных и геохимических факторов;
- характер распределения природных ресурсов.

Необходимо отметить, что в научной литературе, посвящённой оценке недвижимости, сложилась классификация экологических факторов на положительные, которые могут повысить стоимость объекта оценки, и отрицательные, которые, соответственно, могут снизить стоимость объекта оценки [3]. К положительным факторам относятся: экологическое состояние природной среды в соответствии с нормами действующего природоохранного законодательства; эстетическая и рекреационная ценность территории; климатические и гидрологические характеристики; инженерно-геологические условия. Отрицательные факторы: загрязнение территории вредными химическими веществами; сокращение площади зелёных насаждений; снижение почвенного плодородия и др.

В работе [4] указывается, что в стандартах оценки приводится лишь примерный перечень экологических параметров, при этом оговаривается, что оценщик вправе самостоятельно подбирать и иные параметры, что, очевидно, не способствовало стандартизации процедуры кадастровой оценки и приводило к значительным разночтениям полученных результатов кадастровой стоимости.

Кроме того, необходимость учёта экологической составляющей имеет важное значение при осуществлении девелоперской и инвестиционной деятельности, направленных на создание новых объектов промышленности, с целью предоставления заинтересованным лицам сведений об экономических последствиях экологических рисков, которые могут быть отражены в материалах кадастровой оценки [4].

К отдельной проблеме, указанной в работе [4], можно также отнести тот факт, что стоимость многих нарушенных (с точки зрения экологии) земель близка к нулю, в то же время подобные земли могут быть задействованы для размещения предприятий I и II классов опасности: в частности, вокруг

подобных объектов, в основном, уже сформированы санитарно-защитные зоны. Данные обстоятельства также должны учитываться при проведении кадастровой оценки участков, относящихся к землям промышленности, поскольку позволяют предоставить потенциальному инвестору наиболее полную информацию о возможных издержках как природоохранного, так и эколого-социального характера [5], при приобретении земельного участка(-ов) под планируемое размещение промышленного предприятия, что в перспективе позволит активнее задействовать освоённые с советских времён участки промышленности и иного специального назначения, поскольку возможные риски в отношении данных участков существенно ниже, чем при отводе новых участков.

Ещё одной проблемой является отсутствие техногенных факторов в отдельную категорию экологических параметров при оценке недвижимости, а также декларативный характер методического обеспечения для учёта экологической составляющей при кадастровой оценке земельных участков, занятых промышленными объектами [6].

В работе [7] предлагается методика введения поправочных коэффициентов при кадастровой оценке стоимости земельных участков под промышленными объектами путём введения интегрального показателя техногенной нагрузки, который предлагается рассчитывать как сумму показателей загрязнения атмосферы и загрязнения почвы, которые, в свою очередь, вычисляются на основе суммирования отношений актуальных данных по загрязнению к нормативным (ПДК и т.д.).

Заключение. Итак, на основе всего вышесказанного, авторами данной статьи делается следующий вывод: главными проблемами учёта экологической составляющей при проведении кадастровой оценки земель промышленности и иного специального назначения являются отсутствие утверждённой на государственном уровне единой методики учёта экологических параметров, а также отсутствие общепринятых экологических параметров как таковых.

В этой связи, авторы данной статьи предлагают следующие положения, которые

могут послужить концептуальной основой для разработки методических основ учёта экологических факторов при кадастровой оценке земель промышленности и иного специального назначения:

а) Отказ от всеобщности применения принципов массовой оценки в отношении земель промышленности и иного специального назначения при учёте экологических факторов.

б) Выработка классификации объектов промышленности, транспорта и иного специального назначения по степени негативного экологического воздействия на окружающую среду.

с) При выработке классификации, указанной в пункте «б», необходимо опираться не на нормативные классы опасности предприятий, а на сведения экологического мониторинга, а именно данных по загрязнению окружающей среды, вызванных эксплуатацией конкретно взятого объекта промышленности, транспорта или иного специального назначения. После анализа данных экомониторинга избрать «эталонные объекты» (эталонные объекты) необходимо определить для каждой отрасли промышленности), степень негативного воздействия на здоровье населения которых будет являться маркерами при определении граничных значений классификационных категорий.

д) Классификация объектов промышленности, транспорта и иного специального назначения не должна быть единой для всей территории Российской Федерации, но должна формироваться с учётом региональных особенностей, при этом возможно выделение отдельных регионов внутри субъектов РФ. Таким образом, классификация по степени негативного воздействия будет различаться для «промышленных» и «аграрных» субъектов Федерации, а также различаться для промышленно развитых и неразвитых районов внутри субъектов Федерации, густонаселённых и малонаселённых муниципальных образований.

е) Следующей категорией в выше-названной классификации должно стать деление по степени потенциальных рисков от эксплуатации данного объекта промышленности, транспорта и иного специального назначения. Потенциальный риск должен

быть рассчитан средствами математического моделирования на основе динамики показателей негативного экологического воздействия от объекта оценки. Разумеется, при расчёте потенциальных рисков должны быть введены поправочные коэффициенты на региональные особенности.

ф) На основе выше-названной классификации должны приниматься три уровня действий при проведении кадастровой оценки: 1) к объекту применимы принципы массовой оценки при учёте экологических факторов; 2) к объекту необходимо применить методы индивидуальной оценки, однако использовать существующие данные экологического мониторинга; 3) к объекту необходимо применить методы индивидуальной оценки с проведением дополнительных экологических исследований с целью получения актуальных данных.

Таким образом, авторы предлагают гибкий механизм разработки методических основ кадастровой оценки земель промышленности и иного специального назначения, учитывающий региональные особенности, вместо однородной для всей страны методики, что позволит учесть наиболее значимые экологические параметры для конкретно взятых объектов и территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федотова Л.С. Недостатки государственной кадастровой оценки земель промышленности и иного специального назначения и пути ее совершенствования // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». 2006. №2. С. 169-172.
2. Ван А.В., Жарников В.Б. Об экологических критериях кадастровой оценки территорий // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2006. №2-2. С. 14-18.
3. Попп Е.А. Методическое обеспечение учета экологического состояния территории при кадастровой оценке объектов недвижимости // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. №2. С. 204-209.
4. Грехов М.А. Экологическая компонента кадастровой оценки как регулятор справедливых имущественных отношений // Имущественные отношения в РФ. 2014. №1 (148). С. 77-86.

5. Грехов М.А. Интернализация экологических экстерналий промышленных предприятий при проведении кадастровой оценки // Теория и практика общественного развития. 2014. №6. С. 159-161.

6. Гордеев А.В. Развитие кадастровой оценки земель промышленности и транспорта с учетом экологических факторов // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. №2. С. 216-218.

7. Гордеев А.В. Особенности кадастровой оценки земель под промышленными объектами с учетом их техногенного загрязнения // Вестник СГУГиТ. 2016. №4 (36). С. 225-236.

REFERENCES

1. Fedotova L.S. Nedostatki gosudarstvennoj kadastrovoj ocenki zemel' promyshlennosti i inogo special'nogo naznacheniya i puti ee sovershenstvovaniya // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya «Ekonomika i pravo». 2006. №2. S. 169-172.

2. Van A.V., Zharnikov V.B. Ob ehkologicheskikh kriteriyah kadastrovoj ocenki territorij // Interehkspo Geo-Sibir'. 2006. №2-2. S. 14-18.

3. Popp E.A. Metodicheskoe obespechenie ucheta ehkologicheskogo sostoyaniya territorii pri kadastrovoj ocenke ob"ektov nedvizhimosti // Interehkspo Geo-Sibir'. 2016. №2. S. 204-209.

4. Grekhov M.A. Ehkologicheskaya komponenta kadastrovoj ocenki kak regul'yator spravedlivykh imushchestvennykh otnoshenij // Imushchestvennye otnosheniya v RF. 2014. №1 (148). S. 77-86.

5. Grekhov M.A. Internalizatsiya ehkologicheskikh ehksternalij promyshlennykh predpriyatij pri provedenii kadastrovoj ocenki // Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya. 2014. №6. S. 159-161.

6. Gordeev A.V. Razvitie kadastrovoj ocenki zemel' promyshlennosti i transporta s uchetom ehkologicheskikh faktorov // Interehkspo Geo-Sibir'. 2016. №2. S. 216-218.

7. Gordeev A.V. Osobennosti kadastrovoj ocenki zemel' pod promyshlennymi ob"ektami s uchetom ih tekhnogen'nogo zagryazneniya // Vestnik SGUGiT. 2016. №4 (36). S. 225-236.

STATE CADASTRAL VALUATION OF INDUSTRIAL LANDS AND OTHER SPECIAL PURPOSES WITH CONSIDERING THE ECOLOGICAL COMPONENT

Valiev D.S., Khabarova I.A., Khabarov D.A.

Annotation: the article concludes that the main problems of accounting for the environmental component in the cadastral valuation of industrial lands and other special purposes are the absence of a unified methodology for the registration of environmental parameters, approved at the state level, and the lack of generally accepted environmental parameters as such. The authors of the article proposed a number of provisions that can serve as a conceptual basis for the development of methodological bases for the registration of environmental factors in the cadastral valuation of industrial lands and other special purposes.

Key words: state cadastral valuation of lands, industrial lands and other special purposes, environmental parameters, classification of industrial objects.

© Валиев Д.С., Хабарова И.А., Хабаров Д.А., 2018

Валиев Д.С., Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Государственная кадастровая оценка земель промышленности и иного специального назначения с учетом экологической составляющей // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 61-64.

Valiev D.S., Khabarova I.A., Khabarov D.A., 2018. State cadastral valuation of industrial lands and other special purposes with considering the ecological component. Vector of Geosciences. 1(2): 61-64.

УДК 004.89, 332.3

**ПРИМЕНЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ
В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Атаманов С.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и основ земельного права, Московский государственный университет геодезии и картографии, npogeo@gmail.com

Григорьев С.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и основ земельного права, npogeo@gmail.com

Аннотация: рассмотрена область применения голосовых и виртуальных помощников в кадастровой деятельности. Представлены основные виды передаваемых сообщений, способы разработки программного обеспечения. В качестве примера рассмотрен сервис поиска терминов в справочнике кадастрового инженера, представлены диаграмма последовательности действий, примерный алгоритм подбора нужной информации на основе голосовых запросов с учетом контекста.

Ключевые слова: кадастровая деятельность, голосовой помощник, веб-сервис.

Введение. Считается, что наша цивилизация находится в начале четвертой промышленной революции [1]. В XVIII...XIX веках произошел переход к фабричному производству, а ключевой технологией стало использование пара. В конце XIX века началась эра электричества и фундаментальных исследований. К 80-м годам XX века с появлением микроэлектроники стартовал переход к цифровым технологиям и робототехнике. Сегодня же, по мере развития интернета, удешевления оборудования и общего развития технологий мы наблюдаем лавинообразную автоматизацию не только рутинных, но уже и экспертных операций компьютерными алгоритмами и системами на основе нейронных сетей. Доступ к огромным массивам данных, сведенных из информационных систем и со множества устройств, позволяет возлагать все более сложные задачи на искусственный псевдоинтеллект.

Одно из направлений автоматизации – это облегчение доступа к информационным системам. Одним из интерфейсов доступа является обмен сообщениями в режиме реального времени (чат). Если обычно чаты используются для общения, то когда одна из сторон – это не человек, а информационная система, то сообщение является командой, которую необходимо распознать и выполнить. В ответном сообщении предоставляется отчет о выполнении команды или запрошенная информация. Такого собеседника

принято называть виртуальным помощником или чат-ботом [2].

Чат-боты все чаще используются в службах поддержки и для поиска информации. Продвинутые информационные системы учитывают историю взаимодействия или, по крайней мере, контекст последних запросов [3]. Это позволяет на основе нескольких уточняющих вопросов предоставить, например, прогноз погоды, афишу мероприятий, найти нужные направления, рейсы или рестораны, вакансии и кадры. Также такие персональные виртуальные помощники берут на себя управление отдельными функциями программного обеспечения на мобильных устройствах, бытовых приборах, оборудовании и в автомобилях.

Целью настоящей работы является экспериментальная проверка затратности и целесообразности применения рассматриваемой технологии в кадастровой деятельности на простом примере.

Применение в кадастре. Говоря о кадастровой деятельности, можно выделить ряд областей применения чат-ботов:

- предоставление простых консультаций потенциальным клиентам;
- прием заявок на выполнение работ;
- предоставление простых услуг информационного характера;
- информирование клиентов о состоянии дел по проектам;
- управление функциями информационных систем предприятия.

Сообщения в диалоге могут быть не только текстовыми. Передаваться может и запись речи, и изображения, и структурированные данные, и произвольные файлы. К преимуществам диалоговой формы взаимодействия можно отнести скорость и удобство использования при условии качественной настройки сервиса. Недостатком является ограниченность возможностей и сложность определения их границ для пользователя.

Разработка сервиса. Как и любое другое программное обеспечение, его можно написать самостоятельно, использовать открытое ПО (Mycroft, Snips и др.), либо воспользоваться проприетарными сервисами [4]. Сегодня крупные IT-компании предоставляют свои ресурсы для создания подобных информационных систем [5...7]. Уровень развития технологии нейронных сетей позволяет при этом сегодня с приемлемой точностью и качеством преобразовывать запись голоса в текст и наоборот. В качестве примеров таких сервисов можно привести Api.ai, Google Assistant или Яндекс Алиса.

Для примера имплементируем голосовой доступ к справочнику кадастрового инженера Cadastre.ru [8]. В качестве программной платформы будем использовать сервис Яндекс.Диалоги. Разговор в нем можно вести с помощью голосового помощника Алиса в приложениях для Android, iOS и Windows. В сервисе есть возможность создавать “навыки” – это отдельные каналы для общения с внешними серверными приложениями.

Для пользователя навык выглядит как отдельный чат, который вызывается определенным активационным именем (рис. 1). Технически, навык – это веб-сервис на внешнем сервере, который ожидает команд пользователя от Яндекс.Диалогов.

Сообщение от пользователя отправляется на заданный сервер POST-запросом по протоколу HTTPS по методу webhook [9]. У сервера есть 1,5 секунды, чтобы обработать команду и отправить ответ. В запросе передается мета-информация, текст и вид пользовательского запроса, данные о текущей сессии. В ответе передается текст и разметка для генерации речи, набор изображений или кнопок. Также можно запоминать контекст

предыдущей фразы, передавая пользовательские данные [10] (табл. 1).

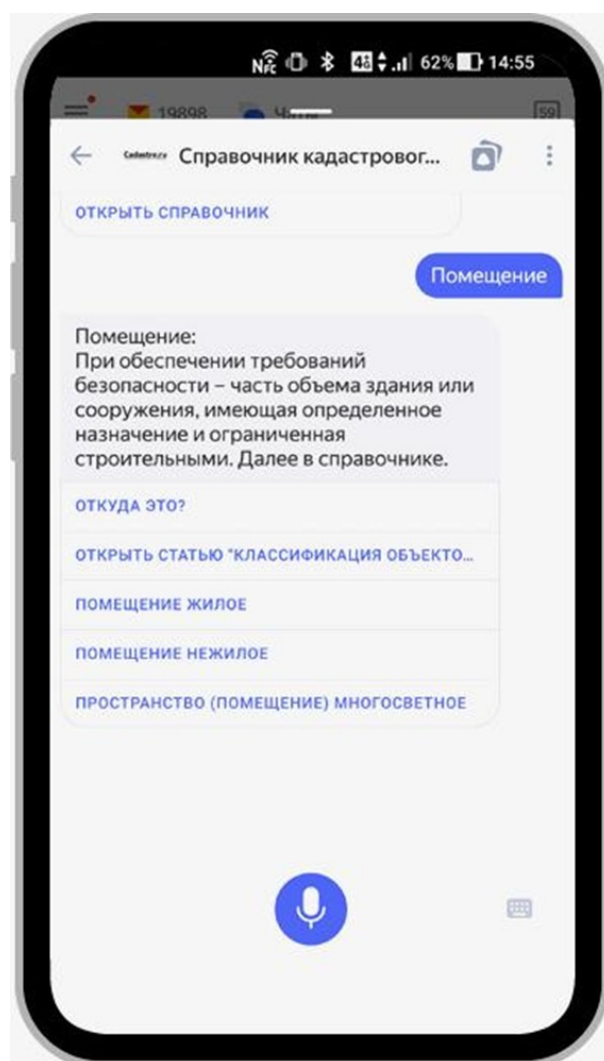


Рис. 1. Запрос информации из справочника

В рассматриваемом примере серверное приложение позволяет искать по голосовому запросу определения терминов из области учета недвижимости, уточнять источник найденных определений в виде набора цитат из нормативно-справочной документации, переходить к нужной статье на сайте и оставлять заявки на добавление недостающих терминов (рис. 2).

В рассматриваемом случае алгоритм работы серверного контроллера будет выглядеть следующим образом:

- если тип запроса – простая команда:
 - если текст команды не задан:
 - ♦ вывести сообщение (приветствие);
 - ♦ добавить кнопки действий:
 - ⇒ примеры запросов терминов;
 - ⇒ переход по адресу;

Формат запроса

Запрос	Ответ
<pre>{ "meta": { "client_id": "", "locale": "ru-RU", "timezone": "UTC" }, "request": { "command": "Команда", "original_utterance": "Текст сообщения", "type": "SimpleUtterance" }, "session": { "message_id": 1, "new": false, "session_id": "", "skill_id": "", "user_id": "" }, "version": "1.0" }</pre>	<pre>{ "response": { "text": "Текст ответа", "tts": "Текст с разметкой речи", "buttons": [{ "title": "Кнопка", "hide": false, "payload": {} // польз. данные }] }, "end_session": false, "session": { "session_id": "", "message_id": 1, "user_id": "1" }, "version": "1.0" }</pre>

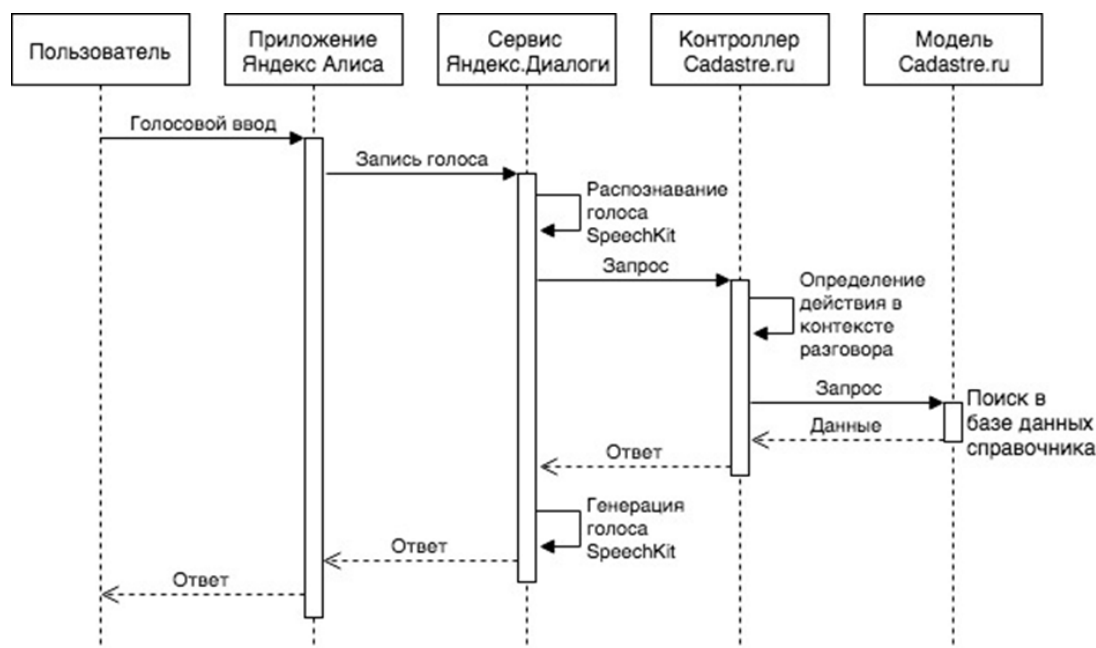


Рис. 2. Диаграмма последовательности выполнения запроса

- если текст команды задан:
 - ◆ ищем термин по тексту;
 - ◆ если термин не найден:
 - ◇ вывести сообщение;
 - ◇ добавить кнопки действий:
 - * предложение добавить термин с указанием текста;
 - если термин найден:
 - ◆ форматировать ответ;
 - ◆ добавить кнопки действий:
 - ◇ запрос цитат с указанием ID термина;
 - ◇ переход по адресу;
 - ◇ смежные термины;
- если тип запроса – нажатие кнопки:
 - если тип кнопки – переход по адресу:
 - ◆ вывести сообщение;
 - ◆ указать ссылку для перехода;
 - если тип кнопки - запрос цитат:
 - ◆ найти цитаты по ID термина;
 - ◆ если цитаты не найдены:
 - ◇ вывести сообщение;
 - ◆ если цитаты найдены:
 - ◇ форматировать ответ;
 - если тип кнопки – добавить термин:
 - ◆ сохранить предложенный текст;
 - ◆ вывести сообщение.

Заключение. Рассмотренную технологию можно применять для выстраивания новых каналов взаимодействия с клиентами, а также в качестве дополнительного интерфейса к существующим информационным системам предприятия. Современный высокий уровень абстракции при разработке программного обеспечения позволяет без больших затрат интегрировать голосовых помощников в действующую информационную платформу предприятия. Созданный чат-бот доступен для тестирования в приложении Яндекс Алиса по команде "Запусти навык Справочник кадастрового инженера". Обзорное видео работы сервиса доступно по адресу <http://bit.ly/2CUwTL5>. Разработка выполнена в сотрудничестве с кафедрой кадастра и основ земельного права МИИГАиК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Швабе К. Четвертая промышленная революция. М.: Litres, 2017.
2. Смыслова Л. В. Чат-бот как современное средство интернет-коммуникаций // Молодой ученый. 2018. №9. С. 36-39.
3. Jain M., Kota R., Kumar P., Patel S.N. Convey: Exploring the Use of a Context View for Chatbots // Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2018.
4. Janarthanam S. Hands-On Chatbots and Conversational UI Development: Build chatbots and voice user interfaces with Chatfuel, Dialogflow, Microsoft Bot Framework, Twilio, and Alexa Skills. Packt Publishing, 2017.
5. Поляков Е.В., Мажанов М.С., Качалова М.В., Поляков С.В. Разработка интеллектуального голосового ассистента и исследование обучающей способности алгоритмов распознавания естественного языка // Системный администратор. 2017. №12.
6. Наумов М.Ю., Чистяков А.С. Применение систем искусственного интеллекта в различных сферах деятельности // Постулат. 2017. №5.
7. López G., Quesada L., Guerrero L.A. Alexa vs. Siri vs. Cortana vs. Google Assistant: A Comparison of Speech-Based Natural User Interfaces // International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 2017. С. 241-250.
8. Справочник кадастрового инженера [Электронный ресурс]. Режим доступа к статье: <https://cadastre.ru>. Заглавие с экрана.
9. Goyal P., Pandey S., Jain K. Developing a Chatbot. In: Deep Learning for Natural Language Processing. Apress, Berkeley, CA, 2018.
10. Диалоги Алисы – Технологии Яндекса [Электронный ресурс]. – Режим доступа к статье: <https://tech.yandex.ru/dialogs/alice/>. – Заглавие с экрана.

REFERENCES

1. Shvabe K. Chetvertaya promyshlennaya revolyuciya. M.: Litres, 2017.
2. Smyslova L. V. Chat-bot kak sovremennoe sredstvo internet-kommunikacij // Molodoj uchenyj. 2018. №9. S. 36-39.
3. Jain M., Kota R., Kumar P., Patel S.N. Convey: Exploring the Use of a Context View for Chatbots // Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 2018.
4. Janarthanam S. Hands-On Chatbots and Conversational UI Development: Build chatbots and voice user interfaces with Chatfuel, Dialogflow, Microsoft Bot Framework, Twilio, and Alexa Skills. Packt Publishing, 2017.
5. Polyakov E.V., Mazhanov M.C., Kachalova M.V., Polyakov S.V. Razrabotka intellektual'nogo golosovogo assistenta i issledovanie obuchayushchej sposobnosti algoritmov raspoznavaniya estestvennogo yazyka // Sistemnyj administrator. 2017. №12.
6. Naumov M.Yu., Chistyakov A.S. Prime-nenie sistem iskusstvennogo intellekta v razlichnyh sferah deyatel'nosti // Postulat. 2017. №5.
7. López G., Quesada L., Guerrero L.A. Alexa vs. Siri vs. Cortana vs. Google Assistant: A Comparison of Speech-Based Natural User Interfaces // International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. Springer, Cham, 2017. S. 241-250.
8. Spravochnik kadaastrovogo inzhenera [EHlektronnyj resurs]. Rezhim dostupa k stat'e: <https://cadastre.ru>. Zaglavie s ehkrana.
9. Goyal P., Pandey S., Jain K. Developing a Chatbot. In: Deep Learning for Natural Language Processing. Apress, Berkeley, CA, 2018.
10. Dialogi Alisy – Tekhnologii YAndeksa [Ehlektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa k stat'e: <https://tech.yandex.ru/dialogs/alice/>. Zaglavie s ehkrana.

THE USE OF VOICE ASSISTANTS IN CADASTRAL ACTIVITIES**Atamanov S.A., Grigor'ev S.A.**

Annotation: the article considers the area of application of voice and virtual assistants in cadastral activity. This work presents the main types of messages transmitted, ways of developing software. It considers a search for terms in the cadastral engineer's handbook, takes into the context an approximate algorithm for selecting the necessary information based on voice requests and represents a sequence diagram.

Key words: cadastral activity, voice assistant, web service.

© Атаманов С.А., Григорьев С.А., 2018

Атаманов С.А., Григорьев С.А. Применение голосовых помощников в кадастровой деятельности // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 65-69.

Atamanov S.A., Grigor'ev S.A., 2018. The use of voice assistants in cadastral activities. Vector of Geosciences. 1(2): 65-69.

УДК 711.1(07)

**ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ЗЕМЛЯХ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Даниленко Е.П. – доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, danilenko_ep@mail.ru, danilenko.ep@bstu.ru

Попова А.А. – студентка, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, alina.cati@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрено состояние основного водного объекта ДНР реки Кальмиус, и виды водопользования, реализуемые на рассматриваемом водном объекте. Проанализированы факторы, оказывающие негативное и загрязняющее влияние на водные объекты и земли, занятые предприятиями угледобывающей промышленности. Предложена процедура вовлечения земель закрывающихся шахт и горнодобывающих предприятий в градостроительную деятельность.

Ключевые слова: водные ресурсы, водопользование, земельные участки предприятий угольной промышленности, природообустройство, рекультивация нарушенных земель.

Введение. В условиях изменяющихся видов народно-хозяйственной деятельности на территории Донецкой Народной Республики (далее – ДНР) всё большую актуальность приобретают вопросы землепользования вблизи рек и иных водных объектов. Не вызывает сомнений, что водные объекты являются не только основными хранителями водных ресурсов молодой Донецкой Республики, но и являются транспортными артериями, а также поставщиками водных биологических ресурсов. Существенное воздействие на экологию водных объектов и земель оказывают предприятия угольной промышленности.

Основная часть. Все водные объекты на территории ДНР являются национальным достоянием народа. Они складываются из поверхностных вод (рек, водохранилищ, озер, прудов), подземных вод, а также в части вод, входящих в состав Азовского моря.

Общая протяженность речной сети по территории ДНР составляет 5843,9 км. Основными водотоками в ДНР являются реки: Кальмиус, Миус, Крынка, Грузской, Еланчик, верховья рек Лугань, Сухой и Мокрый Еланчик, Осикова, Лозовая, Водяная.

Также водные ресурсы ДНР формируются за счет поверхностных вод и, сбрасы-

ваемых предприятиями в гидрографическую сеть водотоков, карьерных, сточных и шахтных вод, в том числе за счет дренирования подземных вод.

Сток рек ДНР высоко зарегулирован водохранилищами и прудами построенными в 50...70 годы прошлого века и используется для питьевого, сельскохозяйственного водоснабжения, промышленного, рыбозаведения и развития орошаемого земледелия.

Общая площадь водного зеркала 799 водных объектов, расположенных на территории ДНР, составляет 11097,68 га. Объем водных ресурсов 525,142 млн. м³, в том числе имеется 46 водохранилищ с общей площадью водного зеркала 7491,7 га, объемом 464,417 млн. м³ [1].

Учет водных объектов ДНР осуществляется согласно утвержденной Приказом Государственного комитета водного и рыбного хозяйства Донецкой Народной Республики от 06.07.2017 №112 формы административной отчетности 2-ТП (водхоз) (квартальная) «Отчет об использовании воды» и Порядку ведения Государственного учета водопользования, зарегистрированной в Министерстве юстиции Донецкой Народной Республики от 26.07.2017 года № 2121.

На государственном учете по состоянию на 01.01.2018 года состоит 384 водопользователя, из них:

– 147 водопользователей промышленного назначения;

- 85 водопользователей рыбного хозяйства;
 - 28 водопользователей жилищно-коммунального хозяйства;
 - 37 водопользователей сельскохозяйственного назначения;
 - 87 водопользователей других отраслей.
- Из общего забора воды 135 505,93 тыс. м³:
- 19 063,44 тыс. м³ забрано с поверхностных источников;
 - 115 157,21 тыс. м³ шахтной воды;
 - 1 283,28 тыс. м³ забрано с подземных источников [2].

На территории Донбасса в настоящее время основной рекой является река Кальмиус. С точки зрения хозяйственной деятельности человека, река Кальмиус является одной из важнейших рек этого региона. На реке Кальмиус создано порядка 4 водохранилищ, а также в одном из водохранилищ заканчивается канал Северский Донец, который обеспечивает питьевой водой Донбасс. Притоки реки Кальмиус, в основном, зарегулированы прудами, которые используют для сброса сточных и шахтных вод, орошения и технического водопользования.

Река Кальмиус равнинного типа. Принадлежит к бассейну Азовского моря. Исток находится на южном склоне Донецкого кряжа в южной части города Ясиноватая. Протекает по территории Украины в пределах Ясиноватского, Тельмановского, Старобешевского и Новоазовского районов Донецкой области. Впадает в Азовское море в городе Мариуполь.

Бассейн р. Кальмиус несет в себе огромную роль и имеет важное экономическое, социальное, историческое, рекреационное и народнохозяйственное значение. Из реки Кальмиус производится забор воды для нужд сельского хозяйства и промышленности. Реки бассейна Кальмиус принимают в себя более 60 % сточных вод предприятий области.

На р. Кальмиус устроены 4 водохранилища: Верхнекальмиусское, Нижнекальмиусское, Старобешевское и Павлопольское.

В Верхнекальмиусском водохранилище заканчивается канал Северский Донец – Донбасс, строительство которого было завершено в 1958 г. в целях обеспечения

Донбасса питьевой водой. После строительства канала в обход водохранилища было сооружено искусственное русло. Территория Верхнекальмиусского водохранилища является охраняемой санитарной зоной. Водохранилище Нижнекальмиусское является каскадом, состоящим из двух водохранилищ, разделенных дамбой. Нижнекальмиусское водохранилище территориально полностью находится в черте г. Донецка.

В пгт. Новый Свет находится Старобешевская ГРЭС, сооружено Старобешевское водохранилище. Павлопольское водохранилище сооружено в нижнем течении реки.

Водные ресурсы административного центра ДНР г. Донецка испытывают на себе влияние промышленного потенциала города. Исторически сложилось, что г. Донецк является одним из мест, где сосредоточены различные отрасли промышленности (металлургическая, коксохимическая, угольная и другие), отсюда существенное последствие – ухудшение состояния окружающей среды, в том числе состояния земель и водных объектов. Это связано с тем, что предприятия в своей деятельности используют водные ресурсы, при этом в реку сбрасывают уже использованные, недостаточно очищенные сточные воды, которые и являются основными загрязнителями рек. В воде практически всех рек региона имеет место высокая концентрация солей, нитритов, азота аммонийного, взвешенных и органических веществ [3].

В процессе хозяйственной деятельности не только земельные участки, но и территория вокруг них подвергается загрязнению тяжелыми металлами – марганцем, ванадием, хромом, никелем, свинцом, цинком.

В результате добычи полезных ископаемых открытым и подземным способом и строительства линейных объектов на землях всех категориях земельного фонда происходят нарушения целостности недр. Поэтому наиболее актуальными в настоящее время являются работы по рекультивации таких земель с использованием различных методов и способов рекультивации, и природообустройство нарушенных земель. Также подвергаются загрязнению и водные объекты, расположенные вблизи нарушенных территорий.

Для комфортного и безопасного проживания населения органами власти всех уровней проводятся работы по обустройству территорий, в том числе и на землях ранее подвергшихся нарушениям целостности почвенного покрова и недр [4].

Согласно проведённым и опубликованным эпидемиологическим исследованиям, вода реки Кальмиус на всем протяжении не соответствует требованиям стандарта (СанПиН № 4630-88 «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования») на качество питьевой воды, а большинство загрязнителей превышают предельно допустимые концентрации (ПДК) в несколько раз [3].

В реке Кальмиус уже 10 лет запрещен такой вид водопользования, как купание. Ещё одним видом водопользования на р. Кальмиус является аквакультура (рыбоводство). В настоящее время на р. Кальмиус не осуществляется рыболовство, поскольку было выпущено 172 тысячи мальков русского осетра – рыбы, которая занесена в Красную Книгу [5].

В настоящее время для Донецкого угольного бассейна является актуальной проблема ликвидации угледобывающих промышленных комплексов, исчерпавших свой ресурс [6]. Такие комплексы характеризуются чрезвычайно высокой насыщенностью горнодобывающими и перерабатывающими промышленными объектами. Добыча угля вызвала значительные природные нарушения в этом регионе. В первую очередь, это изменения гидродинамической структуры подземных вод, складирование огромного количества выданной на поверхность пустой породы, следовательно, образование терриконов. Террикон – это искусственная насыпь из пустых пород, извлечённых при подземной разработке месторождений угля и других полезных ископаемых, насыпь из отходов от различных производств и сжигания твёрдого топлива. В процессе рекультивации земель терриконы являются объектами озеленения и облесения. На них в большом количестве высаживают деревья с целью приостановить разрушение терриконов от воздействия разрушающих факторов погод-

ных условий. В массиве горных пород остались пустоты в очистных, капитальных и подготовительных выработках [6].

Несмотря на изменение целостности недр, экосистема территорий вокруг шахт чаще всего находится в состоянии определенного равновесия. Однако, в случае их закрытия появляется множество сложных, трудно разрешимых проблем, игнорирование которых может пагубно повлиять на обустройство прилегающей территории. Их причиной, прежде всего, является то, что закрытие угольных предприятий весьма затратно. Оно включает в себя демонтаж оборудования, разборку линий электропередач и связи, снос зданий, герметизацию шахтных стволов, ликвидацию шурфов, стволов и водоотливов. Предусматриваются обязательные мероприятия по предотвращению взрывов и газовых выбросов, решению проблем грунтовых вод. Если эти мероприятия не осуществляются, неизбежно происходит оседание грунтов, формируются новые пути миграции взрывоопасных газов, нарушается экологический режим поверхностных и подземных вод. В Донбассе, например, при подъеме уровней грунтовых вод треть территории в пределах городов и сельскохозяйственных земель может быть затопленной или затапливаемой. Подтопление свалок чревато перетоками химических элементов, микроорганизмов во внутренние воды. Из этого следует, что ликвидация угольных шахт требует больших расходов [6].

Поэтому необходимость проведения работ по природообустройству территории не вызывает сомнений.

Проблема природообустройства выше описанных территорий многие годы находит решения в исследованиях ученых разных стран.

Так, например, авторы Лобов И.М., Воронова О.С., Егорушкина Т.Н., проведя исследование проблем природообустройства при реновации угольных шахт Донбасса предлагают, следующие пути решения проблем [7, 8].

Наиболее перспективной, по их мнению, является не ликвидация шахт, а реновация производства, диверсификация его деятельности, и желательно – с переходом на новый высокотехнологический уровень. В работах

этих авторов подчеркивается, что важность и возможности процесса реновации угольных предприятий пока еще не оценены по достоинству.

Также, на территории углепромышленных предприятий можно создать десятки «зеленых зон» отдыха, парки, создание рыбных прудов, музеи и иные объекты отдыха. Примером служит проект реновации шахты Цольферайн Эссен в области Рур Германии. Проектом реновации цеха шахты соединили между собой эскалаторами и подъемниками. Дороги замостили тротуарной плиткой, восстановили изначальный облик фасадов зданий и сооружений, а интерьер привели в надлежащий порядок для проведения экскурсий и посещения туристами. Кроме того, на территории шахтного комплекса размещены кафе, бассейн, открытые концертные площадки и залы. Выполнена эффектная подсветка построек, сохранивших индустриальный стиль архитектуры 19 века.

Примером природообустройства и водопользования в ДНР можно привести верховье реки Кальмиус в черте города Донецка – лесопарковая зона, особенно интенсивно поросшая лесом по правому берегу. В 1950-х годах здесь был разбит парк культуры и отдыха имени Ленинского комсомола. В 1961 году в пойме реки создано водохранилище, которое образовано двумя дамбами, расположенными по улице Дзержинского и проспекту Мира.

В центре города ширина водохранилища достигает 400 м, тогда как на севере и юге г. Донецка ширина самой реки не превышает 10 метров. На берегах водохранилища создаются пляж и станция проката лодок. Благоустроенная набережная реки – популярное место отдыха горожан. На Нижнекальмиусском водохранилище проводятся соревнования по технике парусного туризма [9].

Таким образом, угледобывающие индустриальные объекты Донбасса, исчерпавшие свой ресурс, являются подготовленной промышленной основой, на которой можно создать современное рентабельное предприятие. Шахтную промзону следует рассматривать как ценный и перспективный объект, реновация которого является одним из

наиболее коротких и эффективных путей снижения затрат на строительство, эксплуатацию новых предприятий и решения проблем природообустройства прилегающих территорий. А также, можно рационально природообустроить выработанные шахты, путем создания новых парков и скверов, благоустроить терриконы, засадив их древесными растениями. Поскольку в связи со сложившимися в ДНР геополитическими условиями, в настоящее время не производится государственный мониторинг воды реки Кальмиус, а в г. Донецк используется техническая вода с водохранилищ, следует усилить мониторинг за качеством состояния рек бассейна реки Кальмиус.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Речная сеть в ДНР – URL: <https://gkvrh.ugletele.com/vodnye-obekty-natsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>.
2. Водопользователи в ДНР – URL: <https://gkvrh.ugletele.com/informatsiya-pro-vodohozyajstvennyyu-obstanovku-za-iii-kvartal/>.
3. Полуянов В.П. Организация наблюдения и контроля за экологией окружающей среды // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. №4. С. 116-120.
4. Стратегия экологической политики г. Донецка до 2020 года. Донецкий филиал государственного учреждения «Государственная экологическая академия последипломного образования и управления». Донецк, 2008. 68 с.
5. Рыболовство на реке Кальмиус – URL: <http://mariupolnews.com.ua/news/view/v-mariupolskom-kalmiuse-poyavilsya-zanesennyj-v-krasnuyu-knigu-osetr>.
6. Зеленев Ю.В., Бията Ю.И., Артамонов В.Н. Обоснование экологически безопасного способа закрытия шахт // Збірник наукових праць студентів і аспірантів «Екологічні проблеми топливно-енергетичного комплексу»: зб. матер. конф.; Ред. О.В. Луньова. Донецьк: ДонНТУ, 2012. С. 8-12.
7. Егорушкина Т.Н. Обоснование направлений диверсификации предприятий угольной промышленности: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Тула, 2002. 24 с.

8. Лобов И.М., Воронова О.С. Экологические проблемы массового закрытия предприятий угольной промышленности Донбасса // Проблеми архітектури і містобудування. 2012. № 4(96). С. 73-75.

9. Пельтихин А.С. Особенности рек Донбасса и рекреация / Сб. материалов научно-практической конференции «Туризм – перспективная отрасль экономики Украины». Донецк, 1995. 267 с.

REFERENCES

1. Rechnaya set' v DNR – URL: <https://gkvrh.ugletele.com/vodnye-obekty-natsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>.

2. Vodopol'zovateli v DNR – URL: <https://gkvrh.ugletele.com/informatsiya-pro-vodohozyajstvennuyu-obstanovku-za-iii-kvartal/>.

3. Poluyanov V.P. Organizaciya nablyudeniya i kontrolya za ehkologiej okruzhayushchej sredy // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova. 2009. №4. S. 116-120.

4. Strategiya ehkologicheskoy politiki g. Donecka do 2020 goda. Doneckij filial gosudarstvennogo uchrezhdeniya «Gosudarstvennaya ehkologicheskaya akademiya poslediplomnogo

obrazovaniya i upravleniya». Doneck, 2008. 68 s.

5. Rybolovstvo na reke Kal'mius – URL: <http://mariupolnews.com.ua/news/view/v-mariupolskom-kalmiuse-poyavilsya-zanesennyj-v-krasnuyu-knigu-osetr>.

6. Zelenov YU.V., Biyata YU.I., Artamonov V.N. Obosnovanie ehkologicheskogo bezopasnogo sposoba zakrytiya shaht // Zbirnik naukovih prac studentiv i aspirantiv «Ekologichni problemi toplivno-energetichnogo kompleksu»: zb. mater. konf.; Red. O.V. Lun'ova. Doneck: DonNTU, 2012. S. 8-12.

7. Egorushkina T.N. Obosnovanie napravlenij diversifikacii predpriyatij ugol'noj promyshlennosti: avtoref. dis. ... kand. ehkon. nauk. Tula, 2002. 24 s.

8. Lobov I.M., Voronova O.S. EHkologicheskie problemy massovogo zakrytiya predpriyatij ugol'noj promyshlennosti Donbassa // Problemiarhitekturi i mistobuduvannya. 2012. № 4(96). S. 73-75.

9. Pel'tihin A.S. Osobennosti rek Donbassa i rekreaciya / Sb. materialov nauchno-prakticheskoy konferencii «Turizm – perspektivnaya otrasl' ehkonomiki Ukrainy». Doneck, 1995. 267 s.

PROBLEMS OF WATER USE AND ECONOMIC ACTIVITY ON THE LAND OF THE DONETSK PUBLIC REPUBLIC

Danilenko E.P., Popova A.A.

Annotation: the article considers the state of the main water body of the DPR of the Kalmius River, and the types of water, which are used there. The authors analyzed the factors that have a negative and polluting effect on water bodies and land, which are occupied by coal mining enterprises. A procedure has been proposed for involving the lands of the closed mines and mining enterprises in urban planning activities.

Key words: water resources, water use, land plots of coal industry enterprises, environmental management, reclamation of disturbed lands.

© Даниленко Е.П., Попова А.А., 2018

Даниленко Е.П., Попова А.А. Проблемы водопользования и хозяйственной деятельности на землях Донецкой Народной Республики // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 70-74.

Danilenko E.P., Popova A.A., 2018. Problems of water use and economic activity on the land of the Donetsk Public Republic. Vector of Geosciences. 1(2): 70-74.

**ИСТОРИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ КРЕПОСТИ НА БЕРЕГУ РЕКИ ВЕЗЕЛИЦЫ
В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КРАЕВЕДЕНИЯ**

Сальникова О.Н. – кандидат философских наук, заведующая лабораторией кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, dsst_80@mail.ru, onoprienko.nn@bstu.ru

Аннотация: в статье рассматривается история развития Белгородской крепости в конце XVII в. ... XVIII в., представленная в различных аспектах: геодезическом, географическом, краеведческом. Работа посвящена исследованию изменений в конструкции укреплений Белгорода, с учетом общей эволюции отечественного крепостного строительства. Подчеркивается, что в 1650 г. по указу царя Алексея Михайловича Белгородская крепость была перенесена на левый берег речки Везелицы. Исследование и анализ особенностей ее сооружения позволяет сделать вывод о том, что созданная в середине XVII в., она включала в себя города-крепости, разнообразные инженерные сооружения из земли и дерева, а также естественные природные препятствия.

Ключевые слова: Белгородская крепость, история геодезического краеведения, инженерные сооружения, техника измерений, оборонительное укрепление, строительный процесс, южный форпост.

Введение. В истории развития геодезического краеведения Белгородская крепость представляет собой важное отечественное оборонительное укрепление. История ее развития – это, безусловно, одна из страниц истории геодезии в России на протяжении нескольких столетий, однако не следует приписывать её особенности исключительно прошлому. Невозможно понять историю строительных процессов, не представляя себе сооружений и ценностей прежней России, которые формировались и в среде Белгородской крепости в том числе. В связи с этим обращение к проблеме сооружения и дальнейшей эволюции Белгородской крепости, совмещающее географический, геодезический, исторический контексты, представляется весьма важным.

Основная часть. Исследуя историю Белгородской крепости на берегу Везелицы, следует обратить внимание на несколько значимых фактов. Известно, что с 1646 г. земляной вал Белгородской Черты был продлан от Карпова к Болховцу, и далее, четыре версты вдоль реки Везелки к Донцу [1].

Место расположения Белгорода на левобережье, с точки зрения исследователей, нельзя признать удачным [2]. Низким, сырым оказалось само место расположения, что и

стало причиной гниения деревянных укреплений. Помимо этого, река отрезала город от основной системы укреплений Черты.

Проект переноса располагавшегося «не у места» города к устью Везелицы в 1647 г. предложил белгородский воевода князь Н.И. Одоевский. Вместе с тем данное обстоятельство вызвало довольно широкий протест со стороны белгородцев. Горожане направили в Москву челобитные, которые содержали угрозы. Так, говорилось, что место у Везелицы является плохим, поскольку на песке невозможно выстроить башню или вырыть ров. На самом деле, причина состояла в том, что в 1646...1648 гг. белгородцы отремонтировали крепость и построили укрепления Черты. Безусловно, новые тяготы, связанные с сооружением нового города непосредственно были бы возложены на их плечи.

Жалобы возымели свое действие и проект был отложен. В скором времени был выдвинут другой план вернуть крепость на Белую гору, улучшить ее водоснабжение, построить новый тайник. В 1650 г. был издан указ о начале строительства на берегах Везелицы.

Как утверждает исследователь А.И. Папков: «В помощь белгородцам были направлены два полка дворянской конницы. Техническое руководство строительством

осуществлял французский инженер Давид Николь, строивший до этого Царев-Алексеев (Новый Оскол) и прилегающий участок Черты. 17 сентября 1650 г. воевода Василий Петрович Головин заложил Белгород на новом месте и осенью этого же года крепость в основном была готова. Строители пошли по наиболее простому пути: к валу Белгородской Черты, который прошел вдоль берега реки Везеницы, приделали три стены – острог с обламами» [3]. В 1668 году с восточной стороны к нему был пристроен другой – «Большой» (или «Земляной город»). Теперь первый получил наименование «Меньшого».

Меньшой город был расположен в самом центре современного Белгорода, как видно из плана 1768...1789 г. Скорее всего, там же он был сооружен и в самом начале [1].

В 1678 г. Белгород Меньшой был сделан «с трех сторон стоячим острогом, дубовым лесом... на остроге обламаы» [3] пристроенным к валу Белгородской черты. Вал со стороны Везеницы был «оставлен» острогом с обламами. Он выступал над валом и тем самым, создавал укрытие. В городе было 4 проезжих и 7 глухих четырехстенных башен – «по мере стены по 3 сажени» [3]. Проезжие ворота были защищены «отводными городками» или так называемыми бастионами. Бастионы сооружались из земляного вала, также «оставленного» острогом. Сам город окружал трехсаженный ров.

Внутренняя структура Меньшого города включала в себя следующие элементы: собор Святой Троицы, воеводский и митрополичий, дьячие дворы, житенный двор, где были 3 амбара, 2 солевых амбара, 23 хлебные житницы, разрядная изба, а также более мелкие строения. «Земляной город» был образован земляными валами с северной (московской) и южной (везеницкой) сторон (с везеницкой – тот же вал Черты). Такие валы «ослонялись» острогом: вал везеницкой стороны в подошве был 2 сажени «с четью», с московской – 4 сажени. Острог (на грунте) был выложен со стороны Донца, а в болотистых местностях были вырублены тарасы. Три из городских башен были проезжие, а пять из них – глухими. Периметр города с трех сторон составлял 1880,5 сажени. Вдоль валов «от речки Везеницы да с мос-

ковской стороны выкопан ров, мерою в глубину 3-х сажени, а в иных местах 2 сажени, и тот ров осыпался»[4].

Обе части Белгорода были соединены Никольской воротной башней. В 1669 г. на ней установили башенные часы.

Одна из описей, датируемая 1678 г., содержит описательную характеристику вооружения. Перечисляется все огнестрельное оружие, которое имелось в гарнизоне и хранилось на складах: 5 медных пищалей разных калибров, 4 тюфяка, стрелявших дробью, 4 «пищали огнестрельных» (испорченных), 32 железных пищали, урывок медной пищали Сумского полка, 73 затинные железные пищали, отдельные стволы к ним без лож – всего 112, 2 железные пищали, множество мушкетов, карабинов, пистолетов. Подробно сообщается о количестве боеприпасов к ним. Не содержится информации о том, каким образом и где было размещено данное вооружение. В Меньшом городе «в проезжих и глухих башнях и по городской стене, и в отводных городках верхних и земляных пушечных 130 боев...», а в башнях и по острогу – 2265 ружейных боев [3].

Сравнительные данные позволили исследователям выявить, что к 80-м годам производилось еще одно переустройство крепости. В процессе этой перестройки южный земляной вал Меньшого города заменили деревянной – частью острожной, частью рубленной – стеною. Восточная деревянная стена заменена земляным валом (шириной в подошве 13,8 м и высотой 5,3 м). В 1695 г. южная деревянная стена была снесена, а земляной вал вновь насыпан. Также была заменена валом Северная деревянная стена Меньшого города еще до ремонта 1693 г. [4].

В 1693...1695 гг. возникла необходимость ремонта, и крепость перестроили уже окончательно по бастионной системе. Башни Меньшого города, помимо трех проезжих, были заменены пяти- и семиугольными «отводными городками» — бастионами. Деревянные стены заменены на валы. В Большом городе (как видно на плане начала XVIII в.) остались семь башен, а восьмая, наверное, была заменена бастионом полукруглой формы [5].

Самой большой была Московская проезжая башня. Она представляла собой шестигранник и имела такое описание: «рубленая в две стены в дубовом лесу, мерою стены полтретья сажени (5,3 м, т.е. диаметром 10,6 м), меж стен полсажени насыпано землею. Высота основного ствола башни до обламов составляла 5 сажень; облам – сажень с полчетвертью, а далее шел шатер с «чердаком», над которым был укреплен «орел двоеглавый с коруной деревяной». В правой ноге орла трость, в левой ноге меч. Всего башня имела высоту более 11 сажень. В башне было установлено 2 пушки – уже знакомая нам пищаль «Собака» и пищаль «Девница», весом 47 пудов 20 гривенок» [1].

Везеницкая башня с воротами и калиткой была четырехгранная со сторонами 3 сажени с четвертью (7,7 м). Высота: до обламов – 4 сажени; обламы в 6 венцов (приблизительно 2 аршина, т.е. 1,4 м); караульный чердак с шатровым покрытием – 2 сажени, т.е. всего около 15 метров. На двух мостах башни располагались 2 пушки: на нижнем весом 59 пудов, а на верхнем – 29 пудов 25 гривенок [1].

Никольская воротная башня, которая вела в Большой город, предположительно, не имела пушечного вооружения. На этой башне стояли часы с боем, а также надвратная часовня. Завершал ее описание подъемный мост, который был переброшен через ров и имел длину 5 сажень.

Внешняя угроза нападения на Белгород после «полтавской баталии» и строительства в 1731...1742 гг. Украинской линии по рекам Орели-Берестовой-Береке от Днепра к Северскому Донцу стала носить довольно проблематичный характер. В связи с этим резко снизилось военное значение города. В 1731 году расформировался Белгородский солдатский полк. Сама крепость впоследствии превратилась в главный артиллерийский цейхгауз юга России.

В начале XVIII века в Белгородской крепости не было сделано каких-либо существенных изменений. Она сохранила двухчастную конструкцию. Впоследствии Большой город, предположительно, был сломан. Так, на планах после 1769 г. обозначался только Меньшой. В 1766 г. последовала череда пожаров, которые уничтожили зна-

чительную часть Белгорода и стали причиной его «регулярной» перестройки. При этом планировка ее сохранилась до настоящего времени.

Характеризуя конструкцию Белгородской крепости 1730 года необходимо отметить, что в это время Белгород Меньшой стал называться земляной крепостью. Сохранилось три башни, уже архитектурного, а не оборонного значения. Были ликвидированы валы деревянного города с Московской и с Везеницкой сторон. Острожная стена, высотой 2 сажени была поставлена непосредственно на грунт и не имела обламов. Северная стена содержала 4 башни и двое ворот, а перед ней был сооружен трапециевидный ров глубиной в сажень и шириной по верху 5 сажень. С востока в болотистой пойме Северского Донца сохранилась деревянная стена, которая была рублена «клетнями» (городнями, тарасами) и обсыпана земляной насыпью. Помимо угловых в ней была проезжая башня. От нее через широкую пойму располагался Донецкий мост в село Старый Город. Северная стена была защищена большим отводным городком [5].

В процессе перестройки Белгорода после пожара 1766 года были засыпаны рвы «деревянного» города, т.к. городская черта на севере переместилась с нынешнего проспекта Славы до сквера по бульвару Народный. Что же касается «земляной» крепости, то еще в 1785 году ее бастионы возвышались в центре города, нарушая строгий ритм городской застройки. Однако уже в начале XIX века артиллерийские склады из крепости выносятся за черту города, а ее территория застраивается [1].

Указом Екатерины II от 30 апреля 1785 г. (по старому стилю) Белгород был исключен из числа крепостей. Впоследствии крепостные сооружения детинца ликвидированы в ходе реконструкции центральной части города в начале XIX в.

Заключение. Сооружение Белгородской крепости – явление знаковое в истории развития геодезии края. Более того, опыт создания и функционирования Белгородской черты стал успешным, в связи с чем, впоследствии нашел свое применение в процессе строительства других оборонительных систем России. Она включала в себя

разнообразные инженерные сооружения из земли и дерева, а также естественные природные препятствия. Изучение развития Белгородской крепости в историко-геодезическом аспекте позволяет выявить определенные этапы её становления и функционирования, определить какие задачи были возложены на нее с учетом государственных отношений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин А. И., Лимаров А.И. Белгородский кремль (конец XVI – середина XVIII вв.). Харьков: Коллегиум, 2008. 56 с.
2. Былин И.П., Затолокина Н.М., Сыромятникова Е.В. Анализ состояния государственной геодезической сети на землях населенных пунктов // В сб.: Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в новом тысячелетии XII: сб. трудов Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 55-58.
3. Папков А.И. Древнерусские городища в системе укреплений Белгородской черты // Археология Юго-Востока Руси: Материалы IV научной конференции. Елец: ЕГУ им.

И.А. Бунина, 2006. С. 173–178.

4. Иванов Ю.Г. Старинные крепости России. Смоленск, 2004. 502 с.
5. Докучаев Д. Сборник карт Николаса Вискера // Мир музея. 2015. №11. С. 32-37.

REFERENCES

1. Il'in A. I., Limarov A. I. Belgorodskij kreml' (konets XVI – seredina XVIII vv.). Har'kov: Kollegium, 2008. 56 s.
2. Bylin I.P., Zatolokina N.M., Syromyatnikova E.V. Analiz sostoyaniya gosudarstvennoj geodezicheskoy seti na zemlyah naselennykh punktov // V sb.: Aktual'nye voprosy razvitiya innovacionnoj deyatel'nosti v novom tysyacheletii XII: sb. trudov Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 2015. S. 55-58.
3. Papkov A.I. Drevnerusskie gorodishcha v sisteme ukreplenij Belgorodskoj cherty // Arheologiya YUgo-Vostoka Rusi: Materialy IV nauchnoj konferencii. Elec: EGU im. I.A. Bunina, 2006. S. 173–178.
4. Ivanov YU.G. Starinnye kreposti Rossii. Smolensk, 2004. 502 s.
5. Dokuchaev D. Sbornik kart Nikolasa Viskhera // Mir muzeya. 2015. №11. S. 32-37.

HISTORY OF THE BELGOROD FORTRESS ON THE RIVER BANK OF VEZELITSA IN THE CONTEXT OF DEVELOPMENT OF GEODETIC STUDY OF LOCAL LORE

Salnikova O.N.

Annotation: the article is about the history of the development of the Belgorod fortress at the end of the 17th century and in the 18th century, which is presented in various/diverse aspects, such as geodetic, geographical, local history. This work is devoted to a research of changes/alterations in a design of strengthening of Belgorod. It takes into account the general evolution of domestic serf construction. It is emphasized that the Belgorod fortress has been postponed for the left coast of the Vezelitsa River under the decree of the tsar Alexey Mikhaylovich in 1650. The research and the analysis of features of her construction allow drawing a conclusion that the fortress, which was built/established in the middle of the 17th century, included fortified cities, various engineering constructions from the earth and a tree and also natural obstacles.

Key words: Belgorod fortress, history of geodetic study of local lore, engineering constructions, technology of measurements, defensive strengthening, construction process, southern outpost.

© Сальникова О.Н., 2018

Сальникова О.Н. История Белгородской крепости на берегу реки Везелицы в контексте развития геодезического краеведения // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 75-78.

Salnikova O.N., 2018. History of the Belgorod fortress on the river bank of Vezelitsa in the context of development of geodetic study of local lore. Vector of Geosciences. 1(2): 75-78.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Мелентьев А.А. – кандидат экономических наук, доцент кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодоводства, Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, melentev_07@mail.ru

Затолокина Н.М. – кандидат географических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, nm-zatolokina@yandex.ru, zatolokina.nm@bstu.ru

Аннотация: представлены результаты работы с компанией Центр Программ Систем, с помощью которой беспилотным летательным аппаратом Геоскан-201 была выполнена детальная аэрофотосъемка территории, по результатам которой сформирован ортофотоплан полей УНИЦ «Агротехнопарк» БелГАУ им. В.Я. Горина. На основании ортофотоплана составлена карта полей лаборатории по изучению систем земледелия и проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства – общая площадь 191 га. Составлен векторный слой производственных полей. Внедрение такой системы в Белгородской области может быть первым шагом на пути создания региональной геоинформационной системы, которая позволит повысить эффективность муниципального управления землями сельскохозяйственного назначения в исполнительных органах государственной власти.

Ключевые слова: ГИС-технологии, сельское хозяйство, аэрофотосъемка территории, беспилотный летательный аппарат.

Введение. На всех этапах эволюции человека благосостояние общества зависело от его умения использовать незаменимый земельный ресурс. В отличие от других факторов производства, земля ограничена в пространстве, непеременяема. Земля является основой материальных благ, важнейшим компонентом природной среды. Наиболее полно общественная значимость земли раскрывается в сельском хозяйстве, где процесс производства непосредственно связан со свойствами земли. Земля служит главным средством производства и выступает в виде сельскохозяйственных угодий с различным плодородием: естественным и экономическим. Как средство труда земля характеризуется качеством почв и продуктивностью растений, как предмет труда техническими и пространственными свойствами. От правильного использования почв зависит функционирование всех отраслей народного хозяйства.

Постоянно нарастает потребность в землях для несельскохозяйственных целей. Лучшие земли освоены практически полностью или отчуждены под населенные пункты, промышленные предприятия, аэродромы, дороги, трубопроводы, линии связи, для

утилизации отходов промышленного и сельскохозяйственного производств, бытовых отходов.

Поэтому важнейшей задачей государственного управления в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования в целом и земельными ресурсами, в частности, является организация мониторинга земельных ресурсов (земель), как комплексной системы наблюдений за состоянием земельных ресурсов, оценки и прогноза изменений их состояния под воздействием антропогенных и природных факторов.

Многолетнее применение на сельскохозяйственных землях экстенсивных методов земледелия привело к катастрофическому снижению плодородия почв. Общий упадок в сельском хозяйстве повлек образование большого количества залежных земель. Возрождение сельского хозяйства, привлечение инвестиций в сельское хозяйство, формирование конкурентоспособных, высокоэффективных агропредприятий должно основываться на современных прогрессивных технологиях земледелия.

Цифровая картографическая продукция все чаще находит применение в молодых интенсивно развивающихся хозяйствах.

На ранних стадиях освоения сельскохозяйственных угодий цифровые высокоточные ортофотопланы служат для сравнения реальных границ полей с юридическими, ревизии и инвентаризации, оценки химического состава и влажности почв с точной координатной привязкой к рельефу местности.

Для функционирования геоинформационной системы (ГИС) "ЦПС: АгроУправление" необходимо было провести комплекс работ, связанных со сбором информации и вводом ее в электронную оболочку. В связи с этим первоначально нами, совместно с компанией Центр Программ Систем, с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Геоскан-201 была выполнена детальная аэрофотосъемка территории, по результатам которой сформирован ортофотоплан полей УНИЦ «Агротехнопарк» БелГАУ им. В.Я. Горина (рис. 1).



Рис. 1. Выполнение аэрофотосъемки с применением БПЛА «Геоскан-201»

Исходные изображения в расширении RAW, которые получены в результате проведения аэрозалета с БПЛА, обрабатывались в фотограмметрических программных комплексах. Принципом сборки является поиск одних и тех же участков местности на разных кадрах.

Маршрут беспилотного аппарата закладывался таким образом, чтобы перекрытие снимков составляло 60 % по вертикали и 80 % по горизонтали. Другими словами один и тот же участок земли фиксируется сразу на нескольких снимках и в дальнейшем по совпадающим признакам склеивается в единый файл. Это необходимо для того, чтобы исключить эффект параллакса. Было получено около 8000 снимков (рис. 2).

На основании ортофотоплана (рис. 3) составлена карта полей лаборатории по изучению систем земледелия и проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства – общая площадь 191 га (рис. 4).

Составлен векторный слой производственных полей. «Векторизация» подразумевает процесс преобразования растрового вида информации в векторный формат, который воспринимают программы автоматизированного проектирования. При этом, векторный формат более точно передает графическую информацию и более компактен, чем растровый, а также любое редактирование растровых файлов крайне затруднительно и требует больших затрат компьютерных ресурсов и времени оператора (рис. 5).

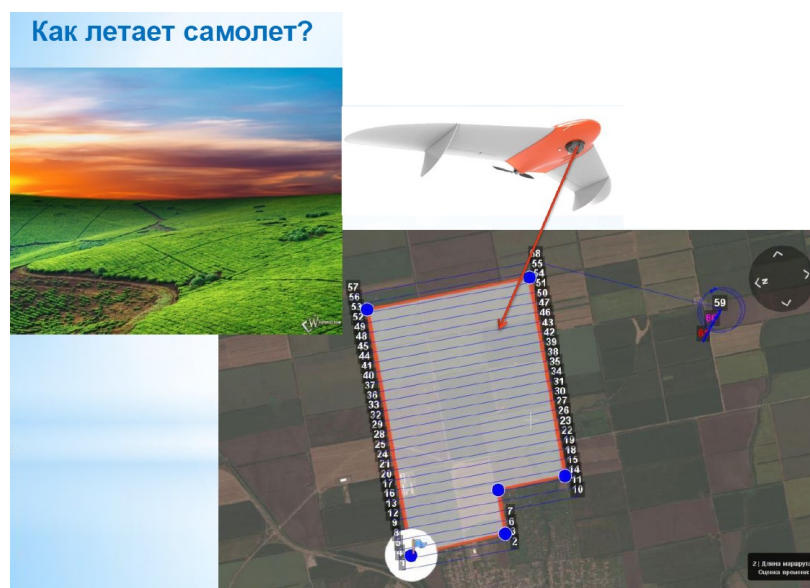


Рис. 2. Построение полётного задания БАС с указанием места взлёта и посадки

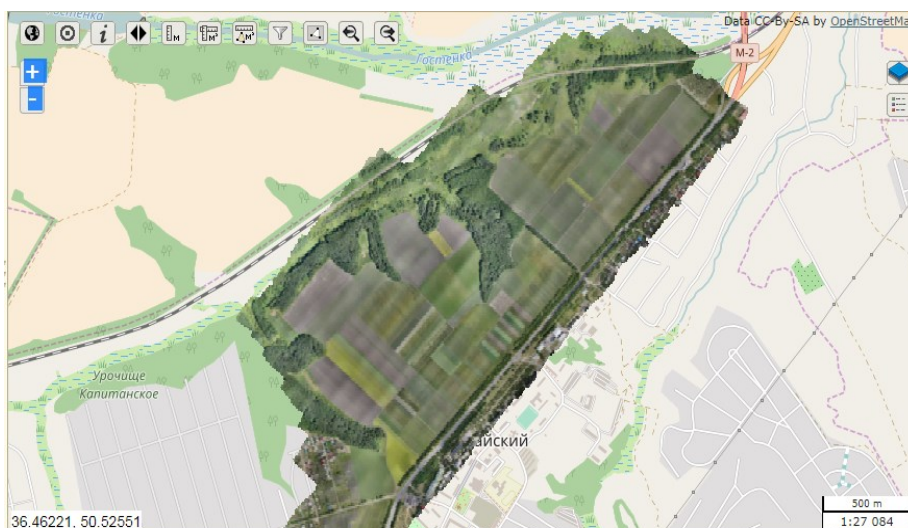


Рис. 3. Готовый ортофотоплан полей УНИЦ «Агротехнопарк»

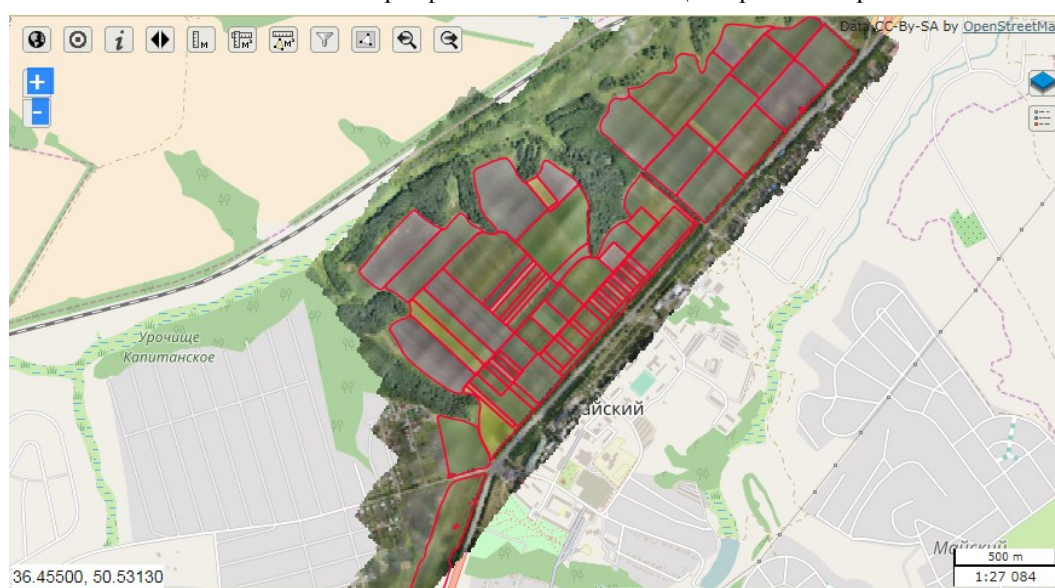


Рис. 4. Карта полей УНИЦ «Агротехнопарк»

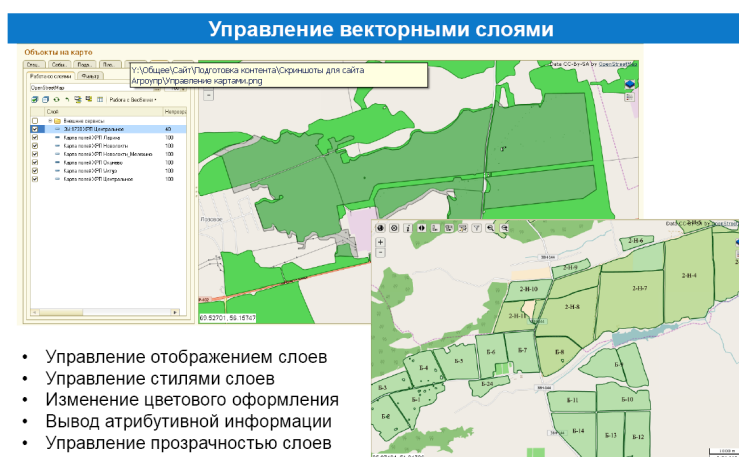


Рис. 5. Управление векторными полями

Рельеф является решающим фактором в развитии эрозионных процессов. Учет рельефа при землеустройстве и ведении сельскохозяйственного производства имеет большое

значение. В целях полного и всестороннего учета рельефа были составлены карта высот и карта крутизны склонов (рис. 6, 7).

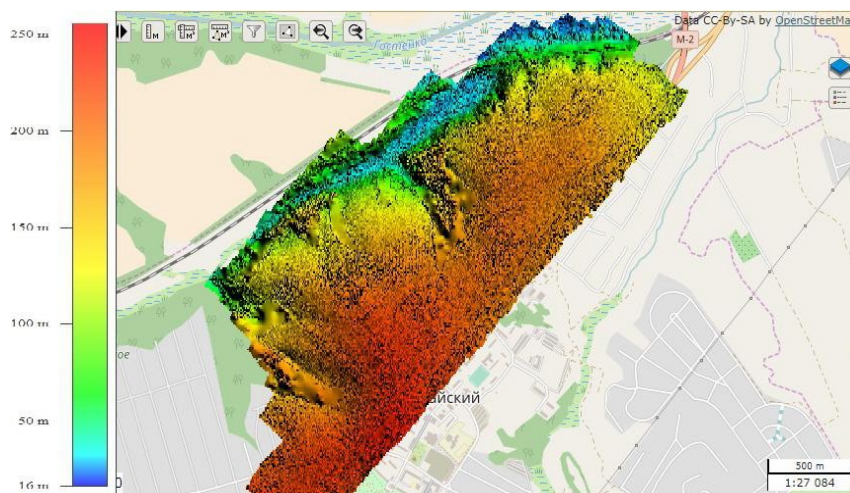


Рис. 6. Карта высот территории полей УНИЦ «Агротехнопарк»

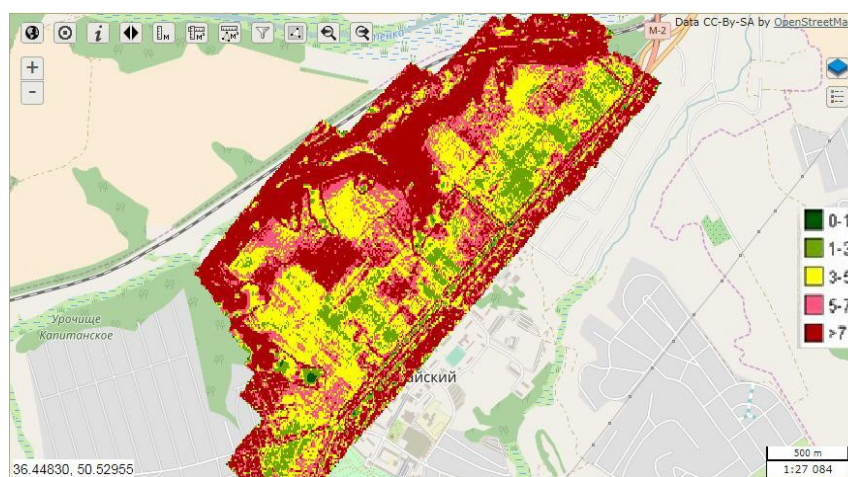


Рис. 7. Карта уклонов территории полей УНИЦ «Агротехнопарк»

Прямое производственно хозяйственное значение рельефа разнообразно. От рельефа в значительной степени зависит:

- производительность работы сельскохозяйственных машин, орудий и транспорта;
- им обуславливается характер мероприятий по борьбе с эрозией почв;
- он имеет важнейшее значение при проектировании и освоении оросительных и осушительных мелиоративных систем;
- влияет на сроки проведения сельскохозяйственных работ.

Поэтому при территориальных почвенных исследованиях рельеф должен изучаться и учитываться с достаточной полнотой и детальностью, соответственно установленному масштабу почвенной съемки.

Кроме этого, следует отметить, что карта высот в дальнейшем может использоваться для создания полетного задания для дронов, где можно будет выявить некоторые недо-

статки в использовании земель (рис. 8...10).

ООО «ЦентрПрограммСистем» и «УНИЦ Агротехнопарк» ведут работы по созданию сквозной технологии создания и использования агрономической ГИС. В процессе работ отлаживаются процессы наполнения системы картографическими материалами, заполнения базы данных сведениями о показателях почв, фитосанитарном состоянии посевов, ввода сведений о предлагаемых агротехнологиях, выработки предложений по использованию ГИС в хозяйствах, обучения специалистов хозяйств, учебных и проектных организаций разработке и использованию ГИС в растениеводстве.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления аграрным производством является разработка информационных систем управления на базе геоинформационных технологий.

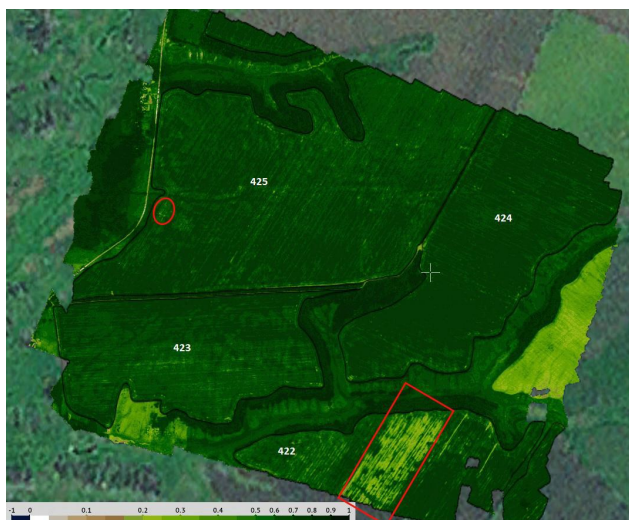


Рис. 8. Выявление участков с пониженной продуктив-

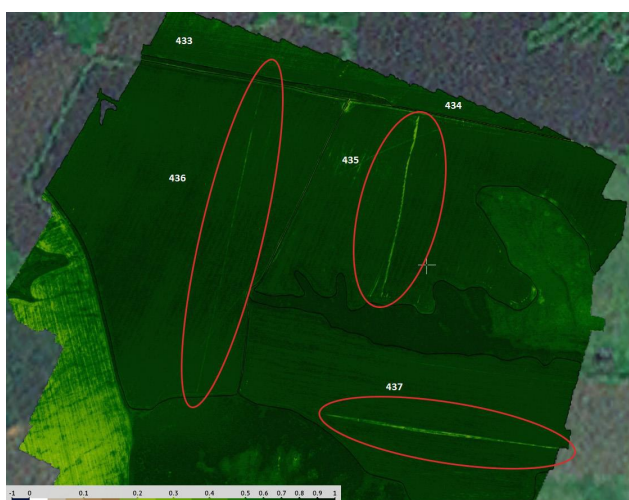


Рис. 9. Выявление участков с технологическими огрехами

Системы подобного рода были разработаны с использованием Геоаналитической системы мониторинга земель с/х назначения «АгроУправление».

Внедрение такой системы в Белгородской области может быть первым шагом на пути создания региональной геоинформационной системы, которая позволит повысить эффективность муниципального управления землями сельскохозяйственного назначения в исполнительных органах государственной власти, поможет в реализации мер, направленных на развитие агропромышленного комплекса на территории региона, а также:

1. повышение урожайности и увеличение валового производства сельскохозяйственных культур;

2. обеспечение внедрения высокоэффективных энергосберегающих технологий производства растениеводческой продукции

в сельскохозяйственных предприятиях региона;

3. внедрение биологической системы земледелия на территории региона, использованию биотехнологий в агропромышленном комплексе, обеспечению сохранности и повышению плодородия почв;

4. реализация региональных программ и проектов по эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения.

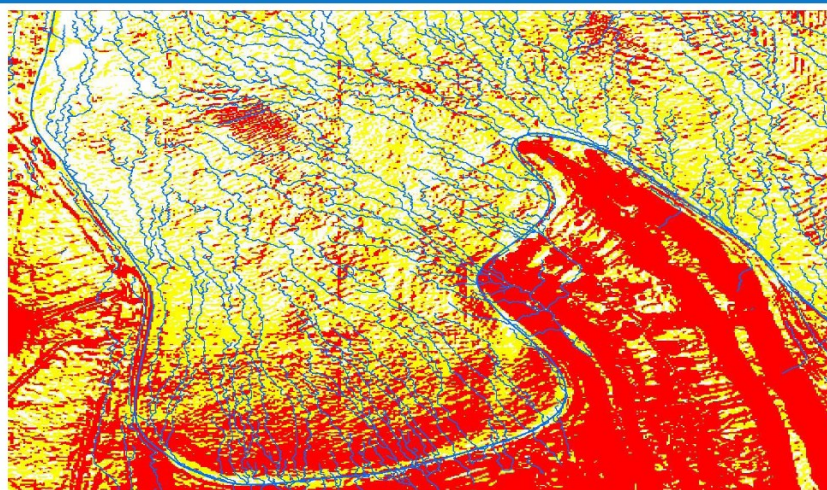
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жаренков Н.П., Ломакин С.В. Применение гис-технологий для создания электронных карт и учёта земель в Острогожском районе Воронежской области // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 65-71.

Обнаружение эрозии почв с помощью БПЛА



Обнаружение эрозии почв с помощью БПЛА



Построение карт-схемы водотоков

Рис. 10. Обнаружение эрозии почв с помощью БПЛА

2. Затолокина Н.М., Мелентьев А.А. Учет данных дистанционного зондирования застроенных территорий г. Белгорода при планировке и застройке новых микрорайонов // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 76-82.

3. Польшакова Н.В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 432-434.

4. Берлянт А.М. Теория геоизображений. М.: ГЕОС, 2006. 262 с.

5. Ишбулатов М.Г., Галеев Э.И. Использование БЛА при геодезической съёмке

населенных пунктов // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 103-107.

6. Каримов Д.А., Кильсенбаев А.С., Кутляров А.Н. Дистанционное зондирование земли: преимущества и недостатки // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 113-117.

7. Курячая Е.А. Геоинформационные системы при создании карт и планов // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 146-152.
8. Курячая Е.А., Романова М.А. Применение геоинформационных систем в землеустройстве и кадастре // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 152-155.
9. Стыщенко Е.А. Опыт дешифрирования растительного покрова земной поверхности с использованием разносезонных зональных космических изображений // Актуальные проблемы природообустройства, кадастра и землепользования: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 95-летию факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Ч.I. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. С. 245-251.
10. Ломазов В.А., Петросов Д.А., Оганова И.Б. Информационное моделирование на основе применения геоинформационных технологий при оценке земель сельскохозяйственного назначения // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по матер. Международ. науч.-практ. конф. 2013. С. 43-45.
11. Сарычева О.А., Войнов А.С., Польшакова Н.В. Использование ГИС в мониторинге земель сельскохозяйственного назначения в нечерноземных зонах // в сб.: Аграрный сектор экономики России: пути к эффективности. 2015. С. 235-239.
1. Zharenkov N.P., Lomakin S.V. Prime-nenie gis-tehnologij dlya sozdaniya ehlektronnyh kart i uchyota zemel' v Ostrogozhskom rajone Voronezhskoj oblasti // Aktual'nye problemy prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 65-71.
2. Zatulokina N.M., Melent'ev A.A. Uchet dannyh distancionnogo zondirovaniya zastroyen-nih territorij g. Belgoroda pri planirovke i zastrojke novyh mikrorajonov // Aktual'nye problemy prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. CH.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 76-82.
3. Pol'shakova N.V. Navigacionnye sistemy dlya sel'skohozyajstvennoj tekhniki // Molodoy uchenyj. 2014. № 4. S. 432-434.
4. Berlyant A.M. Teoriya geoizobrazhenij. M.: GEOS, 2006. 262 s.
5. Ishbulatov M.G., Galeev Eh.I. Ispol'zovanie BLA pri geodezicheskoy s"emke naselennyh punktov // Aktual'nye problemy pri-rodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 103-107.
6. Karimov D.A., Kil'senbaev A.S., Kutliyarov A.N. Distancionnoe zondirovanie zemli: preimushchestva i nedostatki // Ak-tual'nye problemy prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 113-117.
7. Kuryachaya E.A. Geoinformacionnye sistemy pri sozdanii kart i planov // Aktual'nye problemy prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 146-152.
8. Kuryachaya E.A., Romanova M.A. Primenenie geoinformacionnyh sistem v zemleustrojstve i kadaстре // Aktual'nye problemy prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadaстров VGAU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 152-155.
9. Styckenko E.A. Opyt deshifrirovaniya ras-titel'nogo pokrova zemnoj poverhnosti s ispol'zovaniem raznosezonnyh zonal'nyh kos-micheskikh izobrazhenij // Aktual'nye problemy

REFERENCES

prirodoobustrojstva, kadastra i zemlepol'zovaniya: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashchyonnoj 95-letiyu fakul'teta zemleustrojstva i kadastru VGU. V.I. Voronezh: Voronezhskij GAU, 2016. S. 245-251.

10. Lomazov V.A., Petrosov D.A., Oganova I.B. Informacionnoe modelirovanie naosnove primeneniya geoinformacionnyh tekhnologij pri ocenke zemel' sel'skohozyajstvennogo

naznacheniya // Nauka i obrazovanie v XXI veke: sb. nauch. tr. po mater. Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf. 2013. S. 43-45.

11. Sarycheva O.A., Vojnov A.S., Pol'shakova N.V. Ispol'zovanie GIS v monitoringe zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya v nechernozemnyh zonah // v sb.: Agrarnyj sektor ehkonomiki Rossii: puti k ehffektivnosti. 2015. S. 235-239.

THE USE OF GIS -TECHNOLOGY IN AGRICULTURE

Melentyev A.A., Zatolokina N.M.

Annotation: the article presents the results of work with the company Center programs Systems, with which the unmanned aerial vehicle GEOSCAN-201 was performed detailed aerial photography of the territory, the results of which formed orthophotoplan fields UNITS "Agrotechnopark" Belgau them. V. Ya. Gorin. On the basis of the orthophotomap a map of the field laboratory for the study of farming systems and the laboratory of breeding and seed production – total area of 191 ha. Composed of vector layer production fields. The introduction of such a system in the Belgorod region can be the first step towards the creation of a regional geographic information system, which will improve the efficiency of municipal management of agricultural lands in the Executive bodies of state power.

Key words: GIS-technology, agriculture, aerial photography, unmanned aerial vehicle.

© Мелентьев А.А., Затолокина Н.М., 2018

Мелентьев А.А., Затолокина Н.М. Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 79-86.

Melentyev A.A., Zatolokina N.M., 2018. The use of GIS-technology in agriculture. Vector of Geosciences. 1(2): 79-86.

**ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА
В ШЕБЕКИНСКОМ РАЙОНЕ**

Пендюрин Е.А. – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общетеоретических и гуманитарных дисциплин, Белгородский государственный институт искусств и культуры, Pendyrinea@yandex.ru

Щербakov Н.М. – студент магистратуры, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, qeonik31@yandex.ru

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы образования твердых бытовых отходов и их переработки. Установлено, что в последнее время происходит рост объемов отходов и дефицит территорий по их захоронению. Доказано, что необходимо совершенствовать систему сбора накопления и переработки отходов, которая обеспечит изготовление дополнительной товарной продукции и позволит получить дополнительную прибыль за счет утилизации ресурсно-ценных компонентов в отходах.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, Шебекинский район, технологии переработки отходов.

Введение. Проблема отходов является острой экологической проблемой современности, так как, образуясь в огромных количествах, отходы при их размещении в окружающей среде являются источником ее загрязнения, ухудшают санитарно-эпидемиологические и эстетические качества природы.

К отходам чаще всего относятся: остатки промышленного сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые, не являясь конечной целью производственного процесса, образовались при получении готовой продукции или же полностью или частично утратили свои потребительские свойства. В настоящее время по международной классификации отходы классифицируются на твердые, жидкие, пастообразные. По основному компоненту на органические и неорганические, по возможности повторного использования без переработки и с последующей переработкой [1, 2].

Ежегодно в Российской Федерации образуется около 3,4 млрд. т отходов в год, в том числе 2,6 млрд. промышленные, 700 млн. т. жидкие отходы птицеводства и животноводства, 35...40 млн. т ТБО (твердые бытовые отходы), 30 млн. т осадки очистных сооружений. Средний уровень их использования составляет около 26 %, в том числе промышленные отходы перерабатываются

на 35 %, ТБО на 3...4 %, остальные отходы практически не используются [3, 4]. В настоящее время рост объемов ТБО и дефицит территорий их захоронения требует новых технологий переработки.

Для территории Белгородской области эта проблема особенно актуальная, так как Белгородская область относится к территории интенсивного сельскохозяйственного и промышленного развития. Особенно важно отметить, что на современном этапе применение и совершенствование технологии безотходного производства, технологии переработки, обработки и рециклинга отходов в настоящее время находится в России на невысоком уровне в отличие от многих развитых европейских стран, например, Германии, Голландии, Польши, Франции, в которых проблема образования отходов в том числе твердых бытовых отходов, практически полностью решена [5, 6].

В настоящее время рост накопления ТБО является одной из глобальных экологических проблем, поэтому целью исследовательской работы является определение количества образующихся отходов на территории Шебекинского района и анализ эффективных технологий их переработки.

Задачи исследования ставились следующие:

1. Провести оценку ежегодного образования отходов в области и районе;
2. Изучить промышленные и сельско-

хозяйственные предприятия района, образующие большое количество отходов производства.

3. Проанализировать имеющиеся технологии переработки отходов.

4. Оценить полученные результаты и разработать мероприятия по снижению антропогенной нагрузки.

Объекты и методы исследования.

Белгородская область не является исключением. Источниками образования отходов на территориях муниципальных образований Белгородского региона являются жилые индивидуальные и многоквартирные дома, различные бюджетные организации, предприятия промышленного производства и сельскохозяйственные предприятия. Ежегодно на территории Белгородской области образуется около 140 млн. т различных

промышленных отходов, около 4000 тыс. куб. м или 985,033 тыс. т ТКО (твердых коммунальных отходов) на долю района приходится 3,607 тыс. т, доля органических отходов в районе составляет 6,087 тыс. т. Являясь административно-территориальной единицей и муниципальным образованием в Белгородской области с административным центром – город Шебекино занимает площадь 1865,97 км² или 6,88 % всей территории Белгородской области, население района – 90,7 тыс. чел. или 5,83 % всего населения области. Плотность населения Шебекинского района – 66,8 чел. на 1 км² выше средней по области – 48,6 чел. на 1 км². Расположение Шебекинского района на территории Белгородской области изображено на рис. 1.



Рис. 1. Местоположение Шебекинского района в составе Белгородской области

Результаты и обсуждение. На территории Шебекинского района расположено множество промышленных и сельскохозяйственных предприятий, они представлены в табл. 1.

Существуют различные варианты переработки отходов. Механико-биологические методы заключаются в компостировании отходов после осуществления их предварительной сортировки, преимущественно, подразделяя их на металл, стекло, бумагу и т.д. Термические методы подразумевают сжигание, пиролиз, газификацию отходов или комбинированные термические методы.

В Шебекинском районе в настоящее время по характеру сбора отходов различают две технологические схемы: унитарную и раздельную. При унитарной схеме все виды

отходов собирают в одну общую тару. Удаление их для обезвреживания и размещения производится совместно. Раздельная схема предусматривает сбор отходов в отдельные тары для пищевых отходов, вторичного сырья, другого мусора, а их вывоз осуществляется специализированными видами транспорта в места обезвреживания, обработки и утилизации.

Сегодня в Белгородской области обработка отходов производится только на 2 мусоросортировочных комплексах, расположенных на полигонах ТКО: вблизи с. Стрелецкое Белгородского района и в г. Алексеевке. В результате обработки выделяются около 16 полезных фракций: пластик, полимеры, металл, стеклобой, бумага, картон и т.п., которые возвращаются в

Предприятия района

Шебекинский район и город Шебекино		
1	ООО «Шебекинский Картон»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Нежегольское шоссе, д. 2
2	АО «Шебекинский машино-строительный завод»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Октябрьская, д. 11
3	ООО «Ямщик»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Кооперативная, д. 1
4	ООО БЗС «Монокристалл»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Ржевское шоссе, д. 29
5	ООО «РАДОМ»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. А.Матросова, д. 9
6	ОАО «Шебекинский меловой завод»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. Генерала Шумилова, д. 16
7	ООО «Шебекинская индустриальная химия»	Белгородская обл., г. Шебекино, ул. шоссе Ржевское, д. 16
8	ООО «Шебекинская свинина»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Маломихайловка, ул. Московская
9	ЗАО «Нива»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Цепляево-Второе
10	ООО «Победа»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Беянка
11	ЗАО «Восход»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Бершаково
12	ООО «Урожай»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, п. Красное, ул. Школьная
13	ООО «Агро-продукт»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Графовка, ул. Производственная, д. 3
14	ООО «Белгранкорм»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Новая Таволжанка
15	ОП «Агрин»	Белгородская обл., Белгородский р-н, х. Ржавец
16	ОП «Корейское»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Поляна
17	ПО «Ново-Ездоцкое»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, п. Маслова Пристань, х. Ржавец
18	ОП «Графовское»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Графовка
19	ОП «Полянское»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Поляна
20	ООО «Белгород – семена»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Купино
21	Пр-во «Беянское»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Беянка
22	ЗАО Племптицерепродуктор II порядка «Муромский»	Белгородская обл., Шебекинский р-н, с. Муром

Однако, следует отметить, что данный комплекс характеризуется очень низким уровнем автоматизации.

Выводы. Проанализировав существующие варианты переработки отходов можно сделать выводы. Необходимо совершенствовать систему сбора и накопления отходов, повсеместно внедрять двух этапную систему сбора и вывоза отходов, которая позволяет снизить объемы захоронения отходов, продлить срок эксплуатации полигонов, обеспечить изготовление дополнительной товарной продукции и получить дополнительную прибыль за счет утилизации ресурсно-ценных компонентов в отходах, установить контроль состава поступающих на полигоны отходов, а также улучшить технологический процесс складирования их на полигонах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасова Г.И. Научные основы и методология комплексной переработки и утили-

зации кальцийкарбонатсодержащих отходов. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 108 с.

2. Федеральный закон от 24.6.1998 № 89-ФЗ (ред. от 28.12.16 № 486-ФЗ) «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс] / Правовой Сервер КонсультантПлюс: Электрон. дан. М.: Электр. период. издание, 1992–2017. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/

3. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. 352 с.

4. Рециклинг, переработка отходов и чистые технологии: сб. материалов 6-й науч.-практич. конф.; под общ. ред. Тарасова А.В. М.: ФГУП «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ», 2010. 111 с.

5. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов Московского региона АО «НПО» Техэнергохимпром МГУП

«Промотходы» // ЭКиП. 2000. №4. С.17-21

6. Здоровцов В.А., Пендюрин Е.А. Определение антропогенной нагрузки на особо охраняемые территории Государственного природного заповедника Белогорье // Вектор ГеоНаук. 2018. Том 1. №1. С. 87-92.

REFERENCES

1. Tarasova G.I. Nauchnye osnovy i metodologiya kompleksnoj pererabotki i utilizacii kal'cijkarbonatsoderzhashchih othodov. Belgorod: Izd-vo BGTU, 2016. 108 s.

2. Federal'nyj zakon ot 24.6.1998 № 89-FZ (red. ot 28.12.16 № 486-FZ) «Ob othodah proizvodstva i potreblenija» [Elektronnyj resurs] / Pravovoj Server Konsul'tantPlyus: Elektron. dan. – M.: Elektron. period. izdanie, 1992–2017. Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/.

3. Pal'gunov P.P., Sumarokov M.V. Utilizaciya promyshlennyh othodov. M.: Strojizdat, 1990. 352 s.

4. Recikling, pererabotka othodov i chistye tekhnologii: sb. materialov 6-j nauch.-praktich. konf.; pod obshch. red. Tarasova A.V. M.: FGUP «Institut «GINCVETMET», 2010. 111 s.

5. Bernadiner M.N., Shurygin A.P. Ognevaya pererabotka i obezvrezhivanie promyshlennyh othodov Moskovskogo regiona AO «NPO» Tekhnergohimprom MGUP «Promothody» // EhKiP. 2000. №4. S.17-21.

6. Zdorovcov V.A., Pendyurin E.A. Opredelenie antropogennoj nagruzki na osobo ohranyaemye territorii Gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika Belogor'e // Vektor GeoNauk. 2018. Tom 1. №1. S. 87-92.

WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES IN THE SHEBEKIN DISTRICT

Pendyurin E.A., Scherbakov N.M.

Annotation: the article deals with the formation of municipal solid waste and their processing. It is established that recently there is an increase in the volume of waste and the shortage of territories for their disposal. It is proved that it is necessary to improve the system of collection, accumulation and processing of waste, which will provide the production of additional marketable products and will provide additional profit through the utilization of resource-valuable components in the waste.

Key words: municipal solid waste, industrial and agricultural enterprises, shebekinskiy district, waste recycling technologies.

© Пендюрин Е.А., Щербаков Н.М., 2018

Пендюрин Е.А., Щербаков Н.М. Технологии переработки отходов производства в Шебекинском районе // Вектор ГеоНаук. 2018. Т.1. №2. С. 87-90.

Pendyurin E.A., Scherbakov N.M., 2018. Waste processing technologies in the Shebekin district. Vector of Geosciences. 1(2): 87-90.

Научный журнал «Вектор ГеоНаук».
2018. Том 1. № 2

Scientific journal «Vector of Geosciences».
2018. Vol.1. #2

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего образования
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

*Главный редактор: Черныш А.С.
Зам. главного редактора: Кара К.А.
Компьютерная верстка: Кара К.А.
Дизайн обложки: Костина Ю.Н.*

*Формат издания: 60×80/8. Распространяется бесплатно.
Адрес редакции и издателя: 308012. Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, ауд. 724/2 Гк.*

