

X МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

X Международная научно-практическая конференция

Инновационные перспективы Донбасса

X Международная научно-практическая конференция
Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса

XV Международная научно-техническая конференция

Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование

XXIV Всероссийская научно-техническая конференция

Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых

X Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и студентов

Металлургия XXI столетия глазами молодых

Том 6. Прогрессивные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

**ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (ДОННТУ)**

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ДОННТУ

**ФГБОУ ВО «ДОНБАССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

НИЦ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА

ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДОНБАССА

**Материалы 10-й Международной научно-
практической конференции**

**Том 6. Перспективные технологии в
геологоразведочной и нефтегазовой
отраслях, геодезии и маркшейдерии.**

**г. Донецк
28-30 мая 2024 года**



Донецк – 2024

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

ББК 65.30

УДК 330.341 (477.61/62)

- И 66 Инновационные перспективы Донбасса, г. Донецк, 28-30 мая 2024 г. –
Донецк: ДонНТУ, 2024.
Т. 6. Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой
отраслях, геодезии и маркшейдерии. – 2024. – 118с.

Представлены материалы 10-й Международной научно-практической конференции “Инновационные перспективы Донбасса”, состоявшейся 28-30 мая 2020 г. в Донецке на базе ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», включающие доклады ученых и специалистов по вопросам приоритетных направлений научно-технического обеспечения инновационного развития Донбасса и формирования механизмов повышения социально-экономической эффективности развития региона.

Материалы предназначены для специалистов народного хозяйства, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Редакционная коллегия

Ректор ДонНТУ А.Я. Анопrienко, ректор ДонГТУ Д.А. Вишневский, директор АНО «НИЦ стратегического партнерства государства и бизнеса» О.Ф. Шахов, проректор ДонНТУ С.В. Борщевский, канд. техн. наук А.Н. Корчевский, канд. техн. наук О.Л. Кизияров, канд. техн. наук А.А. Булгаков, канд.техн.наук Д.И. Морозов, д-р техн. наук С. П. Еронько, канд.техн.наук А.М. Зинченко, канд. хим. наук Ю.Н. Ганнова, канд.фарм.наук В.С. Федорова, канд. техн. наук А.А. Кравченко, д-р экон. наук Я.В. Хоменко, канд. техн. наук И.В. Филатова, канд.техн.наук Д.В. Пронский, председатель Совета молодых ученых ДонНТУ М.П. Руденко.

Под общей редакцией Канавец Александры Андреевны

Контактный адрес редакции

НИЧ ДонНТУ, ул. Артема, 58, Донецк, 283001

Тел.: +7 (856) 305-35-67. Эл. почта: ipd.donntu.org@gmail.com

Интернет: <http://ipd.donntu.ru>

© ФГБОУ ВО —Донецкий национальный технический университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А.Д. Смирнова, Т.В. Михайлова, Ш Чэнь.</i> Анализ пространственного изменения физико-механических свойств горных пород.....	6
<i>Е.А. Тухтаев, Д.С. Леонтьев</i> Способ извлечения прихваченной колонны гибких труб из скважины.....	10
<i>Н.А. Немова, А.В. Резник</i> О необходимости ранжирования техногенно нарушенных земель по уровню влияния на окружающую среду	14
<i>С.А. Сапач, Д.А. Лисс, Д.В. Чермных</i> Временные жилые городки. Опыт применения модульных конструкций при строительстве быстровозводимых жилых комплексов под условия геологоразведки.....	24
<i>В.М. Харченко, А.Е. Неркарарян</i> Инновационные технологии использования космической съемки для рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования территории Донбасса.....	29
<i>Б.Ф. Галай, В.В. Сербин, О.Б. Галай</i> О монографиях «геология и город» (Москва, Ставрополь, Буденновск).....	33
<i>Т.П. Морозова</i> Торий -энергоноситель будущего.....	37
<i>Р.И. Столярова, Ф.Б. Шевляков</i> Разделение газодонефтяной эмульсии с применением вихревого форсепаратора.....	42
<i>В.В. Мирный, А.В. Тонофа, А.А. Канавец</i> Установление параметров нарушенности пласта на стадии проектирования его отработки.....	45
<i>Ф.М. Голубев, Л.А. Иванова, Т. И. Рахманова</i> Систематизация конструктивных мер защиты жилых и общественных зданий от влияния горных работ	49
<i>В.И.Купенко, Ю.А.Проскурня, О.С.Шабанов</i> Оценка Покрово-Киреевской структуры Донбасса как источника комплексных ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд.....	54

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

<i>Е.В. Седова</i>	
Прогноз и методы аналогии редкометально-редкоземельного оруденения приазовского мегаблока	60
<i>И.В. Филатова</i>	
Перспективы подготовки инженерных кадров.....	65
<i>Ю.А. Проскурня</i>	
Месторождения строительных камней Донецкой области (на примере зоны сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом).....	71
<i>В.В. Мирный, А.В. Тонофа</i>	
Совершенствование практической подготовки инженеров - маркшейдеров	77
<i>Е.А. Бардакова, Ф.М. Голубев</i>	
Геомеханическая модель активизации сдвижений земной поверхности с учетом влияния литологических особенностей массива.....	82
<i>А.В. Тонофа, А.А. Канавец</i>	
Проблемы, возникающие при закрытии угольных шахт Донбасса, и пути их разрешения в современных условиях.....	87
<i>М. В. Гордиенко</i>	
Оценка проницаемости подработанного горного массива	91
<i>К.В. Глебоко, Е.Р. Карпенко</i>	
Использование опыта городов ростовской области Российской Федерации по вопросу градостроительного зонирования территории Донецкой Народной Республики	96
<i>Р.И. Сафиуллин</i>	
«Умная» вода и нанотехнологии: инновационный подход к добыче нефти	103
<i>А.Н. Скрынников</i>	
Нанотехнологии в нефтедобыче: использование наночастиц металлического натрия для повышения эффективности.....	106
<i>Г.В. Баев, А.А. Канавец., И.В. Филатова</i>	
Исследование факторов, влияющих на деформации земной поверхности, при подработке разрывных нарушений пологими пластами.....	109

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

А.Е. Стефанов, А.А. Канавец

Разработка геоинформационной системы для мониторинга оседаний и деформаций земной поверхности в результате проведения очистных работ.....114

УДК 622.324.5:539

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

А. Д. Смирнова^{1,2}, Т. В. Михайлова¹, Ш. Чэнь²

¹ФГБОУ ВО «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»,
г. Кемерово, Россия

²ШАНЬДУНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ,
г. Циндао, КНР

***Аннотация.** Темпы ведения промышленной добычи угольного метана в России отстают от международного уровня, а скважины характеризуются низкими дебитами. По результатам исследований керна структурных скважин Тутуясской площади Кузбасса определены объемная плотность и предел прочности пород и проведен анализ полученных значений с целью интенсификации газоотдачи скважин.*

***Abstract.** The rate of industrial coalbed methane production in Russia lags behind the global level, and wells are characterized by low flow rates. Based on research of core samples from structural wells of the Tutuyasskaya area of the Kuznetsk Basin, the bulk density and compressive strength were determined and analyzed. The research results will be used for the coal bed methane production enhancement.*

***Ключевые слова:** Кузнецкий угольный бассейн, метан из угольных пластов, физико-механические свойства, геомеханическое районирование, цифровое моделирование.*

***Keywords:** Kuznetsk basin, coalbed methane, physical and mechanical properties, geomechanical zoning, digital modeling.*

Россия является одним из лидеров мирового угледобывающего сектора как по запасам, так и по объемам добычи, при этом ежегодно около половины добываемого угля приходится на Кузнецкий угольный бассейн. Угли Кузбасса характеризуются высокой метаноносностью, а ресурсы метана угольных пластов (МУП) оцениваются в объеме 13,1 трлн. м³ [1]. Экономичность и ресурсосбережение, а также минимизация выбросов парниковых газов в атмосферу являются всемирным трендом, вследствие которого МУП стал рассматриваться не только как осложняющий освоение угольных месторождений фактор, но и как самостоятельное полезное ископаемое.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Для долгосрочного развития предприятий угольной промышленности не менее важными являются темпы внедрения технологий информационного моделирования и уровень цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса [2]. В рамках исследования по обоснованию рациональных мест заложения устьев дегазационных скважин на слабо разведанных месторождениях необходим комплексный учет имеющихся геологических и геомеханических данных с интеграцией методов цифрового моделирования в целях повышения дебита скважин и рентабельности добычи МУП.

Ранее авторами уже был проведен ряд исследований, направленных на выявление особенностей изменения значений проницаемости угольных пластов, а также на построение трехмерной геологической модели с визуальным распределением фильтрационных свойств и качественных показателей углей [3, 4]. Следующим этапом работы служит анализ пространственного распределения физико-механических свойств горных пород, слагающих исследуемый участок недр, результаты которого будут использованы при создании трехмерной геомеханической модели [5].

В работе использованы данные по структурным скважинам, пробуренным в южной части Тутуянской площади, расположенной в юго-восточной части Кузбасса. Выполнен анализ показателей объемной плотности и предела прочности при одноосном сжатии горных пород и целевых угольных пластов, полученных в результате лабораторных испытаний. Систематизация поскважинных ведомостей позволила сформировать базу данных с информацией о литологическом составе кернового материала, интервалах опробования и количественных значениях исследуемых физико-механических свойств горных пород.

На рисунке 1 представлен график распределения физико-механических свойств горных пород по южной части Тутуянской площади Кузбасса. Объемная плотность исследуемых литотипов изменяется в пределах от $1,2 \text{ г/см}^3$ до $2,6 \text{ г/см}^3$. Прочность исследуемых пород изменяется в широких пределах от 2,5 МПа до 111,6 МПа.

На основе результатов лабораторных испытаний были построены изолинии усредненных значений объемной плотности и предела прочности для каждой скважины и литологической разности. После оформления карт районирования по физико-механическим свойствам были выявлены закономерности их пространственного распределения.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

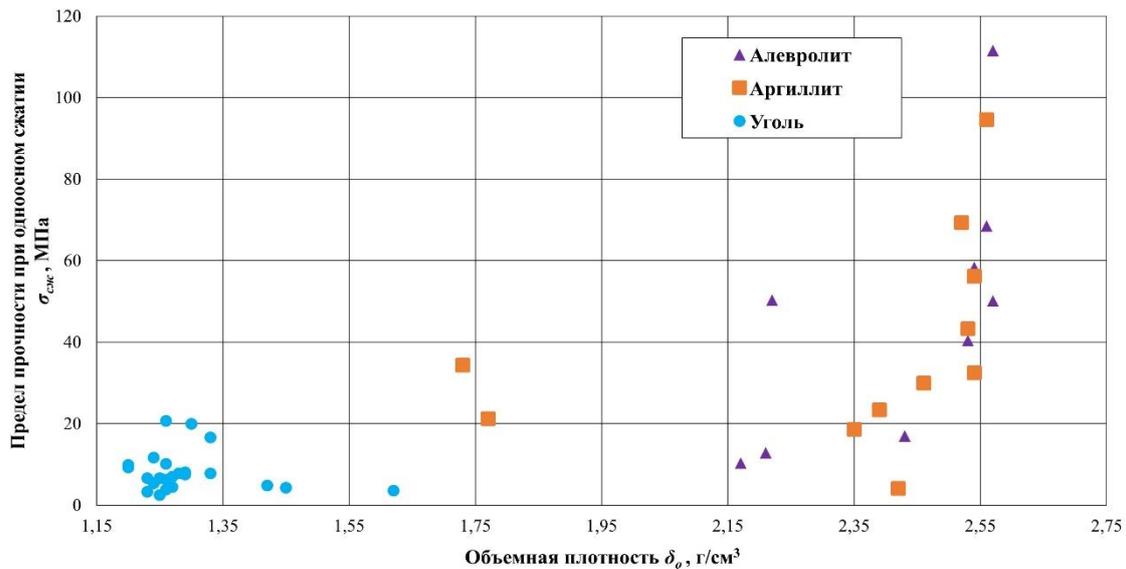


Рисунок 1 – Распределение объемной плотности и предела прочности горных пород при одноосном сжатии

Научная и практическая значимость работы заключается в определении критериев наиболее перспективных и первоочередных участков для заложения устьев и бурения дегазационных скважин с учетом результатов районирования. Последующее сгущение сетки скважин в зонах с благоприятными геологическими и геомеханическими условиями, выявленными на трехмерных горно-геологических моделях, позволят сформировать рекомендации по требуемому количеству и последовательности бурения дегазационных скважин.

Продолжение исследований в рамках работы будет направлено на интеграцию полученных результатов в отечественную горно-геологическую информационную систему с целью создания трехмерной геомеханической модели южной части Тутуянской площади Кузбасса.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

Список литературы

1. Соловьева, Ю. В. Обоснование экономической эффективности заблаговременного извлечения метана из угольных пластов / Ю. В. Соловьева, М. В. Черняев // Экономические системы. – 2022. – Т. 15. – № 1. – С. 80–89. DOI: 10.29030/2309-2076-2022-15-1-80-89.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 марта 2024 г. №581-р «Стратегическое направление в области топливно-энергетического комплекса до 2030 года».
3. Смирнова, А. Д. Анализ распределения проницаемости угольных пластов Южной части Тутуянской площади Кузбасса / А. Д. Смирнова, А. Г. Шевцов, Ш. Чэнь // Устойчивое развитие горных территорий. – 2022. – Т. 14. – № 4. – С. 657–665. DOI: 10.21177/1998-4502-2022-14-4-657-665.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

4. Smirnova, A. D. The Problem of Refining Methane Drainage Technology of the Tutuyasskaya Area in Kuzbass, Russia / A. D. Smirnova, S. Chen, T. V. Mikhaylova // Proceedings of 2023 IEEE XVI International Scientific and Technical Conference Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE). – Novosibirsk, Russian Federation: IEEE, 2023. – P. 1180–1183. DOI: 10.1109/APEIE59731.2023.10347876.

5. Немова, Н. А. О моделировании геомеханических процессов на месторождениях в условиях цифровой трансформации горнодобывающих предприятий / Н. А. Немова, А. В. Резник, В. Н. Карпов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 2. – № 3. – С. 332–341. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-2-3-332-341.

УДК 622.279.7

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПРИХВАЧЕННОЙ КОЛОННЫ ГИБКИХ
ТРУБ ИЗ СКВАЖИНЫ

Тухтаев Е.А., Леонтьев Д.С.

ООО «Ойл Сервис Гарант»,

г. Самара, Россия

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

г. Тюмень, Россия

***Аннотация.** Авторами предлагается способ извлечения прихваченной колонны гибких труб из скважины. Суть способа заключается в последовательности выполнения операций с применением колтюбингового оборудования и оборудования канатно-кабельной техники.*

***Abstract.** The authors propose a method for extracting a coiled tubing pipe from a well. The essence of the method lies in the sequence of operations using coiled tubing equipment and wireline equipment.*

***Ключевые слова:** колтюбинг, песчаная пробка, промывка, прихват, труборез.*

***Keywords:** coiled tubing, sand plug, flushing, tack, pipe cutter.*

В настоящее время большинство нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири находятся на стадии падающей добычи, что характеризуется падением пластовых давлений, ростом водопескопроявлений, а также возрастанием бездействующего фонда скважин. Одним из перспективных направлений при восстановлении таких скважин является применение колтюбинговых технологий с использованием гибкой трубы (ГТ).

Известно, что появление песка на забое нефтяных и газовых скважин обусловлено различными причинами, связанными, в основном, с механическими свойствами продуктивного пласта. При снижении пластового давления в процессе разработки месторождений происходит подъем водонефтяного (газоводяного) контакта (ВНК или ГВК) и связанное с этим интенсивное водопескопроявление и выпадение песка на забой скважины с образованием песчаной пробки.

Движение пластовых вод из продуктивного пласта к забою скважины влечет за собой ускорение процессов разрушения продуктивного пласта и выноса песка на забой скважины, образования там песчаной пробки, которая перекрывает интервал перфорации и

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

препятствует движению углеводородов на дневную поверхность вплоть до полного прекращения добычи углеводородного сырья.

Причем первоначальное обводнение и разрушение продуктивного пласта может происходить до начала подъема ВНК за счет подтягивания конуса подошвенных вод к забою.

Для нормальной эксплуатации нефтяной или газовой скважины песчаную пробку следует удалить.

Однако процесс промывки скважин осложняется различными авариями, включая прихват спущенной в ремонтируемую скважину ГТ.

Как правило, при проведении работ по промывке песчаных или пропантовых пробок в компоновку ГНКТ включают аварийный разъединитель, который позволяет за счет сброса шара и подачи гидравлического давления отсоединить прихваченную часть колонны ГНКТ от части, которая расположена непосредственно выше аварийного разъединителя.

Нередко для реанимации скважин применяются технологии, такие как спуск в скважину колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) малого диаметра или извлечение прихваченной ГТ из скважины с помощью спускаемой в аварийную скважину новой ГТ. Недостатком этих технологий является невозможность извлечь прихваченную ГТ из скважины с помощью спускаемой в аварийную скважину новой НКТ или ГТ по причине отсутствия возможности спуска их в скважину, в которой уже находится ГТ, а также по причине отсутствия специального срезного и ловильного оборудования.

Авторы предлагают конкретное решение описываемой проблемы, которое заключается в следующем.

Представим, что в процессе промывки скважины от песчаной/пропантовой пробки произошел прихват гибкой трубы. Ситуация осложняется тем, что аварийный разъединитель после сброса шара и подачи гидравлики не срабатывает.

В этом случае для обеспечения безопасности на скважине осуществляется активация блока противовыбросового оборудования в стандартной последовательности работы плашек: клиновые для фиксации гибкой трубы, трубные для предотвращения газонефтеводопроявлений, срезные для срезки гибкой трубы на устье скважины, и после подъема верхней части гибкой трубы инжектором закрываются глухие плашки для обеспечения безопасности на скважине.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

После этого осуществляется разборка поверхностного оборудования на скважине, кроме блока ПВО, и колтюбинговая установка и оборудование заменяются на оборудование для проведения работ с применением канатно-кабельной техники (а точнее геофизического кабеля) (см. рисунок 1).

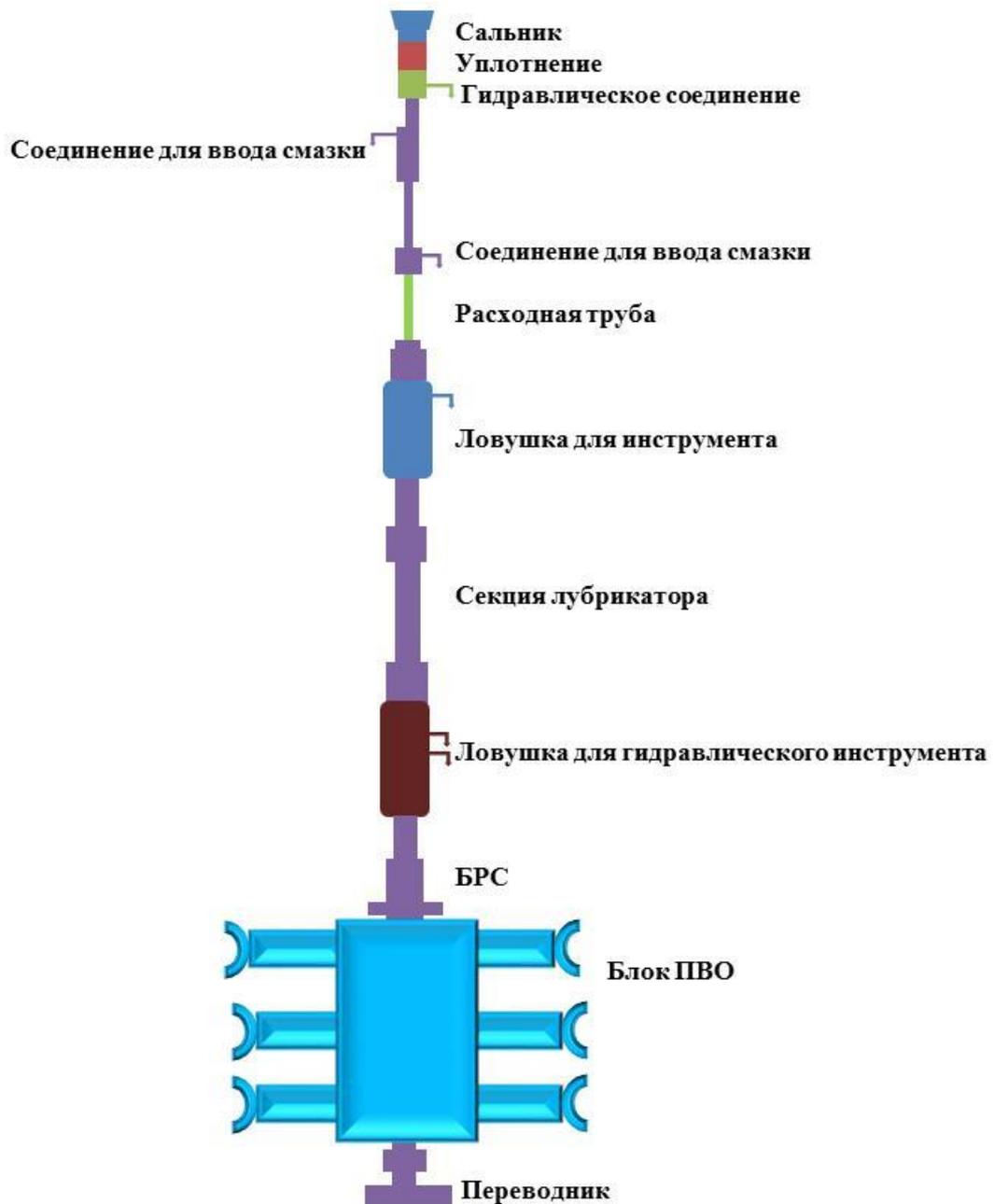


Рисунок 1 – Поверхностное оборудование для проведения работ на геофизическом кабеле

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Далее в скважину, а точнее через гибкие трубы, зафиксированные в блоке ПВО, на геофизическом кабеле спускается кумулятивный труборез, который применяется для целей перерезания труб.

Труборез ТКВ состоит из заряда, переходника и груза. Инициирование заряда осуществляется при помощи взрывного патрона. Образующаяся при инициировании трубореза кольцевая кумулятивная струя перерезает трубу, после чего рассеивается, не повреждая наружную обсадную колонну.

В России изготавливают труборезы различных типоразмеров: ТКВ44, ТКВ54, ТКВ67, использующихся для перерезания труб диаметром 60, 73, 89 мм соответственно.

После спуска трубореза до необходимого интервала осуществляется срез гибкой трубы в скважине и после этого его подъем на поверхность.

После прохода трубореза через блок ПВО колтюбинга осуществляется закрытие глухих плашек.

Далее поверхностное оборудование снова заменяется на оборудование колтюбинга (инжектор, стриппер, лубрикатор). После верхняя часть отрезанной гибкой трубы с помощью труболовки постепенно извлекается на поверхность.

Нижнюю часть гибкой трубы, прихваченной песчаной/пропантовой пробкой, необходимо расфрезеровать с минимальной скоростью спуска.

Список литературы

1. Зозуля Г.П., Гейхман М.Г., Кустышев А.В., Чижова Т.И., Романов В.К., Бурдин К.В. Перспективы применения койлтюбинговых технологий при капитальном ремонте скважин//Известия вузов. Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. – № 6. – С. 55–59
2. Теория и практика капитального ремонта газовых скважин в условиях пониженных пластовых давлений / М.Г. Гейхман и др. - М.: ИРЦ Газпром. 2009. - 208 с.
3. Кустышев А.В. Эксплуатация скважин на месторождениях Западной Сибири. – Тюмень: Вектор Бук, 2002. – 168 с.
4. Интернет-ссылка компании СТС-ГеоСервис: <https://sts-geo.com/produksiya/sredstva-likvidatsii-avarij/truborezy.html>

УДК 622.271

О НЕОБХОДИМОСТИ РАНЖИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННО
НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПО УРОВНЮ ВЛИЯНИЯ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Н.А. Немова, А.В. Резник
ФГБУН «Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирское
отделение Российской академии наук»
г. Новосибирск, Россия

***Аннотация.** Проведенный анализ нарушенных и рекультивированных земель в Новосибирской области показал, что в среднем рекультивировано около 5% от общего нарушения земель в целом по области при росте годовой добычи угля, золота и строительных материалов и в среднем составляет от 10% до 20%. Разработан подход ранжирования техногенно нарушенных территорий по уровню влияния на компоненты окружающей среды, основанный на методах оценки степени и характеру нарушенности, включающие следующие критерии: антропогенный фактор, степень населенности и данные предельно-допустимых концентраций. По данным дистанционного зондирования были определены 114 объектов, имеющих техногенную нарушенность, которые были ранжированы по уровням влияния на природную среду.*

***Abstract.** The analysis of disturbed and reclaimed lands in the Novosibirsk region showed that on average about 5% of the total land disturbance in the whole region has been reclaimed with an increase in annual production of coal, gold and building materials and averages from 10% to 20%. An approach has been developed for ranking technogenically disturbed territories by their impact on environmental components, based on methods for assessing the degree and nature of disturbance, including the following criteria: anthropogenic factor, the degree of population and data of maximum permissible concentrations. According to remote sensing data, 114 objects with man-made disturbance were identified, which were ranked according to the levels of impact on the natural environment.*

***Ключевые слова:** окружающая среда, техногенно нарушенные земли, Новосибирская область, ранжирование, уровни.*

***Keywords:** environment, technogenically disturbed lands, Novosibirsk region, ranking, levels.*

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Введение. Высокие технико-экономические показатели обеспечивают горнодобывающие предприятия обрабатывающие месторождения открытым способом, доля которых составляет около 70% по сравнению с другими способами обработки месторождений. При этом они же оказывают наибольшее негативное воздействие на компоненты окружающей среды (ОС) вследствие объёмных техногенных нагрузок, к которым можно отнести изъятие земельных участков, выводящиеся на длительные сроки и имеющих большие площади земель [1].

Существующие подходы к экологизации горнодобывающего производства, как правило, не в полной мере учитывают всю специфику снижения влияния на компоненты окружающей среды (ОС). Возникает острая необходимость повышенного внимания к охране ОС. При этом научные, проектные и управленческие решения, реализуемые при строительстве, эксплуатации и ликвидации карьеров и разрезов, других техногенно-нарушенных территорий оказываются часто не только не рациональными, но и в ряде случаев опасными для природной среды и человека.

С одной стороны, это связано с наличием чисто субъективных причин, например, незаинтересованности недропользователей и бизнеса во внедрении эколого-ориентированных геотехнологий. С другой, с рисками принятия и реализации не оптимальных решений, вытекающих из недостаточного или отсутствующего учёта: влияния территориальных особенностей зон хозяйственной деятельности; разнообразия горно-геологических условий обработки месторождений; низкого уровня изученности качественных характеристик добываемого и перерабатываемого минерального сырья; наличия на территориях фактического или планируемого недро- и землепользования участков, имеющих различное назначение (населённых пунктов, сельскохозяйственного и промышленного назначения, особо охраняемых территорий и объектов, лесного и водного фонда), ценность и пригодность к естественному или искусственному восстановлению.

Учитывая вышесказанное необходимо провести ранжирование объектов техногенно нарушенных земель с целью выявления рисков изменения окружающей среды с использованием современных методов высокоточного позиционирования, цифровых геотехнологий и данных лабораторных исследований на предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ.

В современном мире цифровизации рассматривается как часть национальных приоритетов России. Экологизация и связанные с ней

проблемы актуальны не только для слаборазвитых стран, но все чаще и чаще возникают ситуации, когда для загрязнений не существует границ [2]. Использование синергетических принципов и подходов цифровой трансформации и экологического мониторинга позволит сгенерировать новые знания на базе поступающих и уже имеющихся данных, а также самостоятельно принимать решения, для чего раньше требовалось привлекать экспертов. Для этих целей синергия геоинформационных систем (ГИС), методов пространственного анализа и моделирования, а также информационно–аналитических баз данных (БД) позволит более качественно провести оценку состояния и рационального взаимодействия природной среды и нарушенных участков. Автоматизация процессов создания 3D-карт с зонированием участков и районов позволит ранжировать техногенно нарушенные земли по уровню геоэкологической стабильности и уязвимости. Сегодня получение геопространственных данных возможно различными методами, позволяющие с высокой точностью оценить состояние техногенно нарушенных земель [3].

Методы и материалы

Методические подходы в определённой степени базируются на ранее полученных авторами результатах, анализ и сравнение количественных данных, в том числе исходных, характеризующих техногенно нарушенные земли Новосибирской области и их синтез для разделения по уровню влияния.

Информационной основой исследования послужили полученные из различных источников материалы о состоянии техногенно нарушенных земель, сформированные и пополняемые в авторские базы данных по месторождениям региона.

Результаты

Согласно данным Росреестра к нарушенным землям относят земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образования техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека, деградация которых привела к невозможности их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, утратившие первоначальное качественное состояние.

К нарушенным землям Росприроднадзор относит: разработку месторождений полезных ископаемых, при строительных работах, при мелиоративных работах, при изыскательских работах, при размещении промышленных (в том числе строительных) и твердых

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

бытовых отходов и др. Так согласно данных (Росприроднадзор) статистической отчетности об информации о рекультивации земель за период с 2020 по 2023 гг. наблюдается рост нарушенных земель по России (табл.1).

Таблица 1 – Площади нарушенных и рекультивированных земель в России

	2020 г	2021 г	2022 г	2023 г
Наличие нарушенных земель – всего, га	1 121 903	1 747 924	2 103 343	1 569 547
в том числе при разработке МПИ	815 223	1 101 073	1 030 687	1 049 385
Нарушено за год, га	155 228	195 240	263 995	229 984
в том числе при разработке МПИ	101 180	90 671	85 367	93 335
Рекультивировано – всего, га	106 750/	139 753/	193 692	171 360
в том числе при разработке МПИ	51 930	54 207	45 668	40 751

Анализ данных таблицы 1 показал, что обеспечение рекультивации земель — это главная экологическая проблема при оценке техногенно нарушенных территорий, т.к. сегодня в среднем рекультивировано от 8% до 11% от общего нарушения земель в целом по России. Такая же ситуация складывается и в совсем не горнодобывающем регионе, т.к. объемы добычи твердых полезных ископаемых не сопоставимы с Россией в целом, тем не менее анализ таблицы 2, показал, что рекультивировано в среднем около 5% от общего нарушения земель в целом по Новосибирской области (НСО).

Таблица 2 – Площади нарушенных и рекультивированных земель по НСО

	2020 г	2021 г	2022 г	2023 г
Наличие нарушенных земель – всего, га	8030	7593	8393	8515
в том числе при разработке МПИ	7651	7299	7778	7933
Нарушено за год, га	855	1106	1257	1380
в том числе при разработке МПИ	508	343	398	377
Рекультивировано – всего, га	176	505	504	637
в том числе при разработке МПИ	61	50	21	60

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Согласно Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году в НСО земельные ресурсы разделены и распределены на следующие категории (табл.3).

Таблица 3 – Распределение земельных ресурсов в НСО

	2019, тыс. га	2020, тыс. га	2021, тыс. га	2022, тыс.га
Категории				
Земли сельхозназначения	11127,1	11113	11111,0	11110,5
земли населенных пунктов	267,5	268	268,5	268,7
земли промышленности и иного назначения	125,9	127	127,8	128,6
земли особо охраняемых территорий и объектов	2,8	3	2,8	2,9
земли лесного фонда	4616,1	4630	4629,6	4629,7
земли водного фонда	595	595	595,0	595
земли запаса	1041,2	1041	1040,9	1040,2
итого	17775,6	17776	17775,6	17775,6

Качественное и экологическое состояние земельных ресурсов определяется их кадастровой оценкой, т.е. анализ таблицы 3 показал, что категория земель сельхозназначения уменьшилась, но в то же время увеличилось земли лесного фонда, это можно объяснить двумя версиями. Первая версия – земельным кодексом Российской Федерации установлено, что допускается изъятие из земель сельскохозяйственного назначения сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных целей при условии их неудовлетворительного качества согласно кадастровой стоимости или причиной уменьшения площадей сельскохозяйственных угодий, наравне с переводом земель [4] из одной категории в другую, является их вывод из разряда продуктивных, т.е. потеря продуктивности произошла вследствие деградации, и вторая – эти земли перешли из категории сельхозназначения в категорию земли лесного фонда, по причине того, что после окончания ведения открытых горных работ, должным образом не была проведена рекультивация и данные территории самозаросли. При этом площадь нарушенных земель не изменяется и находится на уровне 1,7 тыс. га.

Учитывая выше сказанное для ранжирования техногенно-нарушенных земель необходимо иметь горно-геологические и горнотехнические данные, значения лабораторных исследований на

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

содержание предельно допустимых концентраций опасных и особо опасных элементов в компонентах окружающей среды.

Предлагаемый авторами подход для ранжирования техногенно нарушенных территорий по урону влияния на компоненты ОС основан на методах их оценки, которые можно разделить на два направления: первое – оценка степени нарушенности (будет выражаться через количественную оценку техногенного нарушения без учета ландшафтного разнообразия), и второе – характер нарушенности, а также дополнительно использовать несколько критериев:

- критерий 1 Антропогенное воздействие;
- критерий 2 Количественная оценка площади нарушенных территорий;
- критерий 3 Предельно-допустимые концентрации в почве, воде, воздухе;
- критерий 4 Степень населенности (плотность населения).

Для примера рассмотрим Новосибирскую область, в которой авторами по данным дистанционного зондирования были определены 114 техногенно нарушенных земель или антропогенных объекта, из которых 87 это карьеры и разрезы по добыче твердых полезных ископаемых, 8 – промышленные предприятия, 3 – свалки ТБО, 6 – золоотвалов ТЭЦ (рис.1). При этом минерально-сырьевая база НСО является относительно не богатой по сравнению с рядом других регионов страны [5].

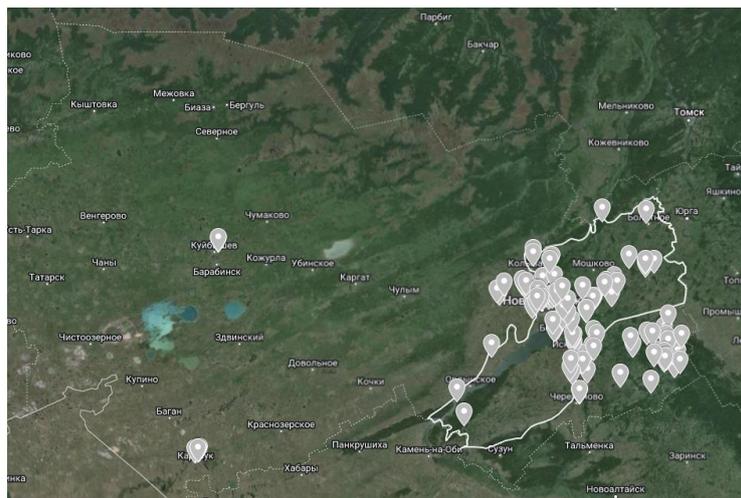


Рисунок 1 – Карта расположения техногенно-нарушенных земель

Для ранжирования авторами была создана матрица, состоящая из критериев оценки, уровней ранжирования и собственно самих

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

антропогенных объектов в виде техногенно нарушенных земель, как показано на рис. 2.

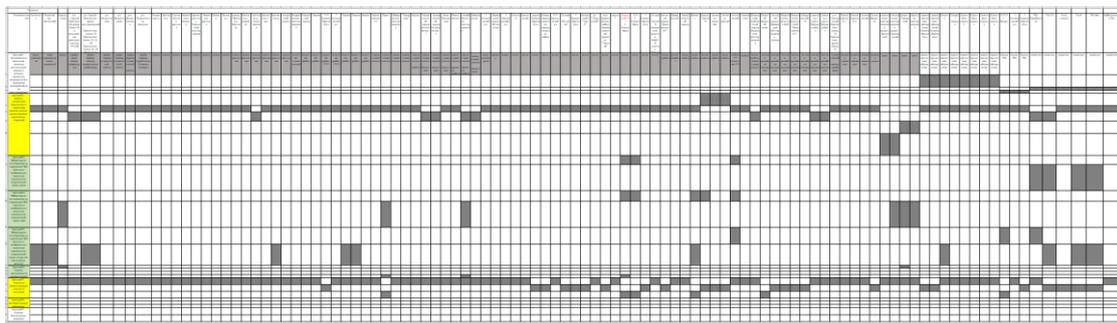


Рисунок 2 – Матрица ранжирования техногенно нарушенных земель

Анализ полученных данных проведенных исследований показал, что по первому критерию, заключающемуся в оценке антропогенного воздействия на рельеф земной поверхности всего 3 объекта относятся к условно техногенно ненарушенным, т.е. являются затопленными или самозаросшими, это карьеры по добыче песка, территориально находящиеся в г. Новосибирске. К средне нарушенным отнесли 12 карьерных выемок, 10 из которых на данный момент являются действующими карьерами по добыче строительных материалов и 2 - это золоотвалы ТЭЦ. К слабонарушенным была отнесена большая часть карьерных выемок в количестве 95 шт, из которых 3 - это свалки ТБО, 4 - это золоотвалы ТЭЦ, а остальные, основную часть которых представляют малые по размерам, карьеры по добыче строительных материалов. И по 2 объекта были отнесены к сильнонарушенным и чрезвычайно нарушенным, это средние и крупные по размерам угольные разрезы, находящиеся в Искитимском районе.

Далее более подробная информация по критериям, включающим данные по содержанию загрязняющих веществ в окружающей среде.

Почва. Согласно информации о содержании загрязняющих веществ в почве в трех объектах по добыче строительных материалов превышено ПДК в г. Искитиме – по стронцию в 10 раз, барию и свинцу – в 3 раза [6,7] в г. Новосибирске – по содержанию олова и кадмия; в среднем по городу экологическое состояние почв – умеренно опасное [7]. По данным ФГБУ «Западно–Сибирское УГМС» результаты обследования почв территории города Новосибирск показывали наличие характерных загрязняющих веществ: цинка, меди, свинца, кадмия, никеля, марганца, мышьяка, олова и хрома (по данным государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области с 2019 по 2022 гг.).

Также периодически проходит экологический мониторинг золоотвалов, результаты анализа почвы (средний показатель по всем станциям – ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4, ТЭЦ-5 и БТЭЦ мг/кг) по содержанию бенз(а)пирена, цинка, меди, свинца не превышает ПДК [8].

Атмосферный воздух. Мониторинг атмосферного воздуха исследуется на предмет концентраций опасных и особо опасных элементов, превышающих ПДК, например, на 14 объектах имеются данные мониторинга, на 11 из которых не зафиксированы превышения ПДК по содержанию диоксида углерода, диоксида серы, озона, углекислого газа, взвешенных частиц по данным сайта [9].

Результаты мониторинга содержания взвешенных частиц (пыли) в атмосферном воздухе золоотвалах новосибирских ТЭЦ использованы с сайта СГК [8].

Вода. В работах [10, 11] рассматривалась радиоактивность дренажных вод карьеров Новосибирской области. Авторами проведены исследования химического состава дренажных вод, определено содержание таких анионов и катионов как HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Концентрации указанных компонентов не превышают ПДК. Качество поверхностных вод р. Бердь, выше и ниже г. Искитима в 2021 г. оценивалось по 5 компонентам, в створе выше города наблюдалось превышение ПДК по 8 компонентам. В отчете Состояние окружающей среды города Искитима за 2021 г. представлены данные, по которым превышены ПДК, но для воды в контрольных створах р. Бердь определен класс качества 3 «Б» - очень загрязненная.

Радиоактивность. Отдельным критерием была выведена оценка радиоактивного загрязнения, т.к. НСО находится в зоне влияния радоновых, ториевых и урановых элементов. Данные взяты из [Деркачев, Новиков], концентрация ^{222}Rn определена для 5 объектов, по 3 из которых установлено превышение.

Количественная оценка степени населенности районов НСО выражается плотностью населения. Техногенно нарушенные земли, которые были отнесены с низкой плотностью насчитываются 84 шт., со средней – 24 и с высокой – 6.

Выводы.

Для полной оценки состояния техногенно нарушенных земель необходимо дополнительно проводить лабораторные исследования, которые должны быть основаны на программах периодического мониторинга компонентов окружающей среды.

Исследование показало, что согласно данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2022 году в Новосибирской области площади нарушенных территорий не изменяются, при этом согласно данным статистической отчетности об информации о рекультивации земель за период с 2020 по 2023 гг. наблюдается рост нарушенных земель по России в целом, а также по Новосибирской области, что подтверждается ростом годовых объемов добычи твердых полезных ископаемых.

Ранжирование таких территорий по уровню экологической безопасности необходимо для дальнейшей разработки экспертной системы выбора направлений их возврата.

Исследование выполнено за счет средств гранта РНФ № 23-27-10057 и гранта Новосибирской области р-60 «Разработка методики оценки состояния техногенно-нарушенных земель Новосибирской области и прогнозирование направлений их альтернативного использования»

Список литературы

1. Колесников А.А., Косарев Н.С. Мониторинг и анализ изменений техногенно-нарушенных территорий // Сборник трудов всероссийской конференции с международным участием «Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов (SDM-2023)», 22-25 августа 2023 г., г. Бердск. – Новосибирск: ФИЦ ИВТ, 2023. – С.263 – 267.
2. Ужинский А. Интеллектуальная платформа экологического мониторинга // Открытые системы. СУБД. – 2021. – №2. – С.21–23.
3. Косарев Н. С., Колесников А. А., Резник А. В., Немова Н. А., Ожигин Д. С. Использование геопространственных данных для оценки состояния техногенно нарушенных земель // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2023. – №6. – С.190 –197.
4. Лисина Н.Л. Правовая природа рекультивации земель // Аграрное и земельное право. – 2022. – №12 (216). – С.84–86.
5. Резник А.В., Немова Н.А. К вопросу возврата техногенно-нарушенных земель на урбанизированных территориях в зоны рекреации // Сборник научных трудов III Международного форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков «Проблемы горного дела». Донецк, 2023. – С. 44–50.
6. Острикова Е.Л. Тяжелые металлы в почвенном покрове г. Искитима // Вестник НГАУ. –2008. – №1. – С.48 – 50.;
7. Данные по почвам: Ежегодник. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2022 году. – Обнинск: ФГБУ «НПО «Гайфун». – 2023. – 13 с.
8. Результаты мониторинга взвешенных частиц в атмосферном воздухе <https://sibgenco.online/news/element/rezultaty-proverki-vozdukha-i-pochvy-vozle-novosibirskikh-i-barabinskoy-tets/?ysclid=lum4wdaf0e596743533>
9. Деркачев А.С., Новиков Д.А. Уран в природных водах Горловского угольного бассейна // ИнтерЭкспо ГЕО-Сибирь. – 2023. – Т.2. – С. 50 – 57.
11. Деркачев А.С., Максимова А.А., Новиков Д.А., Дульцев Ф.Ф., Сухорукова А.Ф., Черных А.В., Хвощевская А.А. Природа радиоактивности

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

дренажных вод карьеров Новосибирской области // Горные науки и технологии. - №7(3). – 2022. – С. 216 – 230.

УДК 624.03

ВРЕМЕННЫЕ ЖИЛЫЕ ГОРОДКИ. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ
МОДУЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОД УСЛОВИЯ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ

С.А. Сапач, Д.А. Лисс, Д.В. Чермных.
ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
г. Тюмень, Россия

***Аннотация.** При проведении геологоразведочных работ задействовано существенное количество рабочего персонала, как правило не менее 40 человек. Специфика ГРП подразумевает полную автономию жилых поселков и существенное удаление от логистических узлов, продолжительность работ при этом составляет не более трех лет. Остается актуальной проблема недорогого и безопасного размещения персонала.*

***Abstract.** A significant number of working personnel, usually at least 40 people, are involved in geological exploration. The specifics of exploration imply full autonomy of residential settlements and significant distance from logistics hubs, while the duration of work is no more than three years. The problem of inexpensive and safe staff accommodation remains urgent.*

***Ключевые слова:** Временный жилой городок, инженерные решения, строительство, архитектура.*

***Keywords:** Temporary residential town, engineering solutions, construction, architecture.*

В настоящее время для решения задачи по размещению работников в условиях автономии, нефтегазовые компании применяют следующие решения:

1. Использование вагон-домов.
2. Строительство каркасных зданий.
3. Применение модульных конструкций.

Каждый из приведенных способов имеет ряд преимуществ и недостатков. Так применение вагон-домов для размещения рабочих является наиболее быстрым и дешевым способом, однако имеет низкий уровень комфорта и безопасности персонала.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Здания каркасного типа отвечают критериям комфорта и безопасности, но при этом имеют значительную стоимость за счет применения свайного основания при строительстве.

Применение модульных конструкций максимальной заводской готовности, является наиболее оправданным способом размещения людей с точки зрения стоимости, скорости возведения, безопасности и комфорта.

Сотрудниками передовой инженерной школы ТюмГУ был проведен технико-экономический анализ производителей модульных конструкций, в результате которого найдены оптимальные заводские решения для дальнейшего применения. В дальнейшем был разработан проект технико-экономического обоснования строительства временных жилых городков, который включает в себя разработку архитектурных решений, расчет обеспечивающих систем и формирование финансово экономической модели.

При проектировании стояла задача по разработке решений для различного кол-ва проживающих, с возможностью масштабирования с наращиванием модулей к уже действующему комплексу без вмешательства в существующую инфраструктуру. Дополнительным условием является ограниченный срок СМР, который составляет не более 30 календарных дней, так же временный городок должен быть мобильным и при необходимости мог быть демонтирован и перемещен на новый лицензионный участок в короткий срок. В силу специфики работ ГРП на этапе проектирования были исключены свайные основания и фундаменты, для минимизации воздействия на грунт. В качестве основания для основного здания ВЖГ приняты плиты ПДН, решение обусловлено скоростью монтажа и возможностью повторного использования.

В результате технико-экономического анализа были разработаны оригинальные архитектурные решения, благодаря которым возможно строительство основного комплекса без использования «холодных переходов» для этого применяются стационарные модули-переходы. Благодаря применению в строительстве совмещенных модулей разной размерности 6м и 8м удалось добиться небольшого пятна застройки, так при размерности городка на 40 человек площадь основного здания составляет лишь 1100 м² при этом участок имеет прямоугольную форму размерами 34м на 42м. Внутри здания запроектированы системы социально-бытового назначения такие как душевые, сауны, спортивные залы, сушилки столовые и т.д. полезная площадь в жилых модулях на каждого проживающего составляет порядка 7м² на человека, что почти в двое превышает требования к аналогичным

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

городкам. На территории городка расположены системы подготовки питьевой воды, дизельные электростанции, установки очистки сточных вод и утилизаторы отходов, благодаря этому ВЖГ имеет полную автономию. При разработке учитывалось требование по возможности повторного использования поэтому все модули поставляются в максимальной заводской готовности и имеют конструктив позволяющий осуществлять перевозку в сложных дорожных условиях

Уникальной особенностью разработки является возможность масштабирования, по мере роста численности персонала к комплексу присоединяются дополнительные модули без отключения систем и перемещения коммуникаций. Архитектурой предусмотрены специальные модули-переходы, которые остаются неизменно в одном положении не зависимо от размера здания это позволяет наращивать здание от 40 до 120 проживающих рисунок 1.

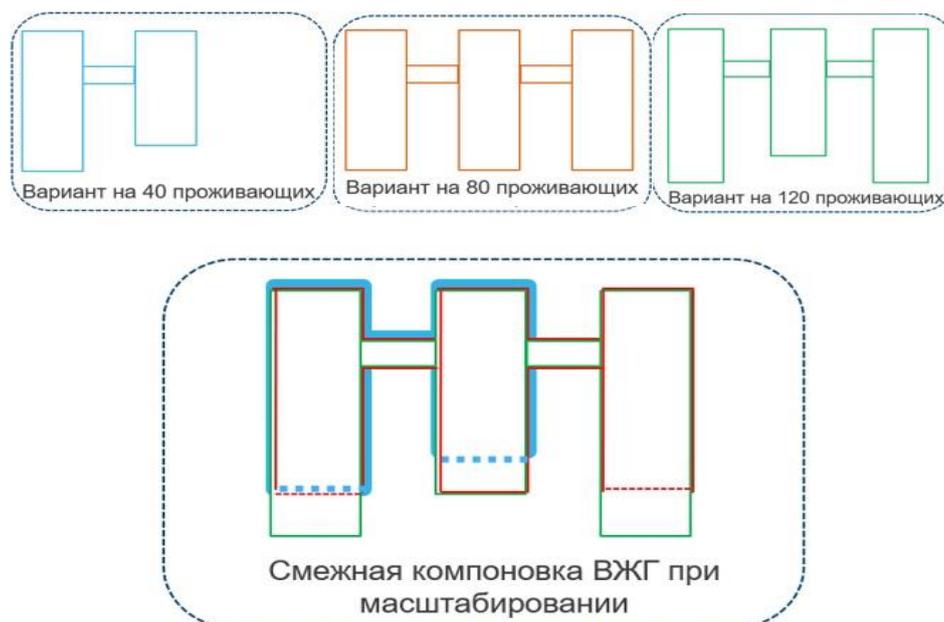


Рисунок 1 – Компоновки основного здания ВЖГ

Стыковка производится за счет применения герметичных переходов на болтовых соединениях, для помещений социально-бытового назначения разработаны решения, при которых возможно объединение стандартных модулей в общие комнаты площадью более 30м².

При расчете финансово экономической модели была получена удельная стоимость строительства для разных вариаций временного городка с учетом стоимости закупки, логистики, СМР и эксплуатации.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

В результате работы проведен вариативный технико-экономический анализ позволяющий, на этапе планирования работ, выбрать оптимальный вариант возведения ВЖГ, согласно стратегии разработки того или иного Актива. Стоит отметить, что варианты поэтапного масштабирования численности (с 40 до 80 чел. или с 80 до 120 чел.) экономически эффективнее на 5% по отношению к вариантам с изначальным обустройством на необходимую численность (80 или 120 чел.) График сопоставления стоимостных показателей приведен на рисунке 2.

ЗАТРАТЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВО

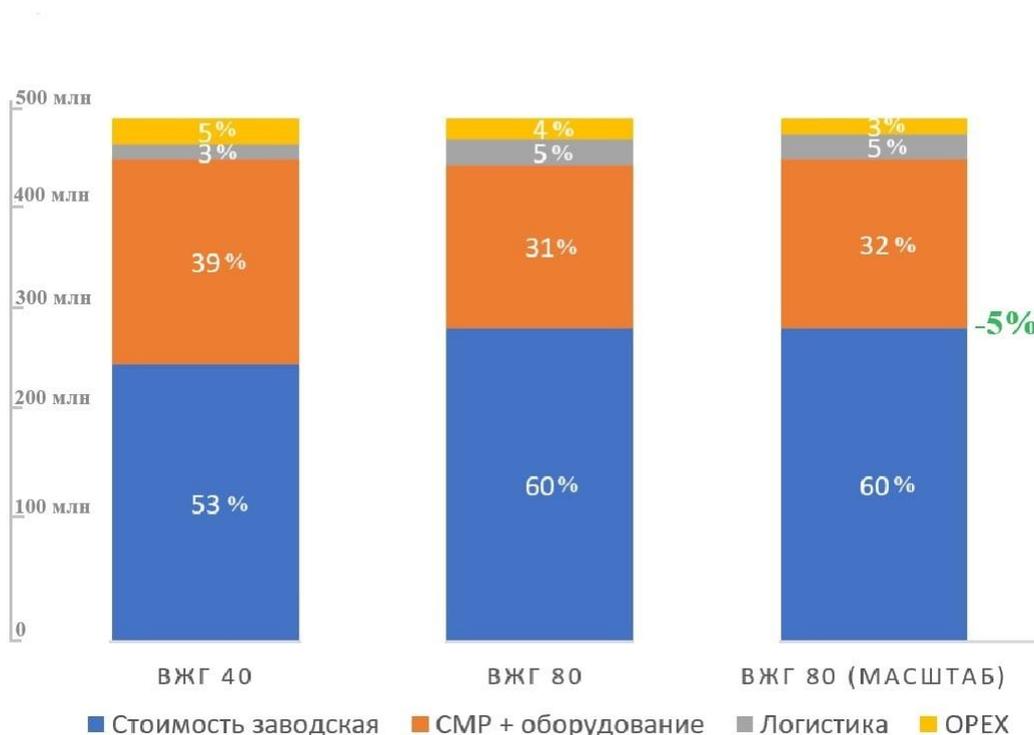


Рисунок 2 – соотношение стоимости строительства к стоимости масштабирования млн. руб.

Выводы:

В результате выполненной работы можно сделать вывод о основных статьях затрат при организации ВЖГ (в условиях автономии), а также использовать стоимостную аналитику при формировании стратегии развития нефтегазового Актива на этапе планирования. Разработанные решения являются альтернативой стандартным вагон-городкам и имеют существенное превосходство по комфорту и безопасности. Применение мобильных ВЖГ для размещения персонала актуально для промышленного строительства и нефтегазового сектора.

Список литературы

1. СП 514.1311500.2022 Временные здания и сооружения для проведения мероприятий с массовым пребыванием людей.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

2. СП 118.13330.2022 Общественные здания и сооружения.
3. СП 48.13330.2011 Свод правил организация строительства.
4. СП 48.13330.2019 Свод правил организация строительства.
5. ГОСТ Р 55006-2012 Национальный стандарт российской федерации.

УДК 553.98

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ
РУДОНЕФТЕГАЗОГЕОЛОГИЧЕСКОГО И СЕЙСМИЧЕСКОГО
РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА**

**В.М. Харченко, А.Е. Неркарарян
ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
г. Ставрополь, Россия**

***Аннотация.** В работе излагаются теоретические основы и новая методология рудонефтегазogeологического и сейсмического районирования (РНГГ и СР) на основе инновационных технологий использования космической съемки в глобальном, региональном и локальном планах. Приводится конкретная карта – схема РНГГ и СР территории Донбасса и отдельного разрабатываемого месторождения угля, а также выявлены закономерности их распространения и перспективы на исследуемой территории.*

***Abstract.** The work outlines the theoretical foundations and new methodology for ore-oil-gas-geological and seismic zoning (ORGG and SR) based on innovative technologies for using satellite imaging in global, regional and local plans. A specific map is provided - a diagram of the RNGG and SR of the territory of Donbass and a separate developed coal deposit, and also the patterns of their distribution and prospects in the study area are identified.*

***Ключевые слова:** Геодинамические условия; космическая съемка, структуры центрального типа (СЦТ), геодинамические центры, зоны сжатия и разряжения (растяжения), суперрезонансные зоны, рудонефтегазоносное и сейсмическое районирование.*

***Keywords:** Geodynamic conditions; space photography, central type structures (CTS), geodynamic centers, zones of compression and rarefaction (extension), super-resonant zones, ore-oil-gas-bearing and seismic zoning.*

Проведен геодинамический анализ исследуемой территории и представлены также участки сейсмического риска с возможными катастрофическими землетрясениями, тем более, что они могут быть спровоцированы многочисленными взрывами. Кроме того, согласно теоретическим данным, в результате геодинамического анализа

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

возможно выявление мест с наличием алмазов, образовавшиеся в специальных термобарических условиях, вернее в аномально временно высоких температур. [1]

Теоретической основой научных исследований является традиционные широко распространенные представления известных исследователей (Б.А. Соколова, Р.М. Бембеля и др.) [2] и малоизвестная новая ротационная теория тектогенеза разработанная в последнее время В.М. Харченко, которая основывается на фундаментальных особенностях строения Земли, данных физики, химии и философии, на математических и геометрических построениях [3, 4].

Методология научных исследований также представлена традиционными и нетрадиционными, новыми методами научных исследований. К традиционным методам относятся известные методы групповой геологической съемки, системноаэрокосмический, комплекс геодинамических методов. К новым относятся: методы рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования (РНГГ и СР), методы ландшафтнoгеoэкологического картирования, структурнометрический метод и метод комплексного геодинамического анализа. Последний основан на анализе геодинамических условий по картосхемам исследуемой территории в глобальном, региональном и локальном планах. Новые методы носят инновационный характер.

Некоторые сведения и некоторые особенности о территории исследования. Территория Донбасса приурочена в геолого-тектоническом отношении к восточной части известной Днепровско-Донецкой впадины, заложенной на одноименном авлокогене в древнем архей-протеразойском фундаменте. Конкретно эта территория также приурочивается к называемому Донецкому кряжу, где слагается герцинским фундаментом, практически обнажен на дневной поверхности среди более молодых мезо-кайнозойских отложений, что и определяет его название «кряж».

Днепровско-Донецкую впадину выполняет комплекс отложений палеозоя (в основном девон и карбон), мощностью до 15 км и мезокайнозойским комплексом незначительной мощности (до 3 км). Особо следует отметить, что мощность только каменноугольных карбонатно-терригенных отложений составляет не менее 10 км, этот комплекс и является основным угленосным и нефтегазоносным комплексом, которые и определяют в целом угле-нефте-газоносную провинцию с многочисленными месторождениями угля, нефти и газа и по нашим представлениям и алмазов.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Как известно, что в Донбассном угленосном бассейне имеют большое количество высококачественных углей – антрациты, который, естественно может образовываться только в особых геодинамических и термобарических условиях, которые достоверно можно выявлять при составлении разномасштабных карт РНГГ и СР.

Особо следует отметить, что образование углей возможно при преобразовании не только терригенных пород с растительными остатками, но и в результате преобразования карбонатных пород также в особых термобарических условиях. Последние были выявлены Сазоновым И.Г. при изучении карбонатных пород в контактовых зонах магматических диапиров на Бештаугорской площади Кавказских Минеральных Вод. [5]

В результате дешифрирования космических снимков, выявление СЦТ и линияментов и последующей их интерпретации были выделены геодинамические центры, зоны сжатия и растяжения, участки их интерференции (наложения), суперрезонансные зоны (участки наложения зон сжатия на зоны растяжения) и субвертикальные зоны деструкции (точки или узлы пересечения линияментов, линияментов и контуров СЦТ). Наиболее перспективными на предмет полезных ископаемых нами представляются геодинамические центры, суперрезонансные зоны и субвертикальные зоны деструкций (СЗД) на предмет землетрясений – геодинамические центры, суперрезонансные зоны, зоны сжатия.

На исследуемой территории на картах-схемах РНГГ и СР из пяти известных месторождений, позиции двух практически совпадают с геодинамическими центрами, два – приурочиваются к суперрезонансным зонам и самое маленькое в западной части территории исследования – приурочивается к резонансной зоне сжатия. На картах-схемах глобального плана – территория исследования приурочивается к суперрезонансным зонам.

Выводы:

1. По результатам геодинамического анализа, из пяти месторождений, которые картируются по космо-фотоснимкам два месторождения приурочиваются к геодинамическим центрам, два – к суперрезонансным зонам и одно, более мелкое к резонансной зоне сжатия;

2. На рассматриваемых месторождениях, кроме высококачественных углей, в полне вероятно, находки алмазов при специальных исследованиях, что теоретически подтверждается работами доктора технических наук Дигонского С.В. и доктора геолого-минералогических наук Гаранина В.К.;

3. Землетрясение на территории изучения, также вполне вероятны в геодинамических центрах и суперрезонансных зонах, также могут быть спровоцированы происходящими взрывами, тем более, что сам г. Донецк расположен в непосредственной близости к геодинамическому центру.

Список литературы

1. Дигонский С.В., Гаранин В.К. Ещё раз о параметрах природного алмазообразования / Система «Планета Земля»: 15 лет междисциплинарному научному семинару. 1994-2009. Монография. – М.: ЛЕНАНД, 2009. – 296 с.
2. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли / Геология нефти и газа. 2006. №2. С. 2-7.
3. Харченко В.М., Лапта Д.В., Неркарарян А.Е. Комплексные дистанционные и геофизические методы поисков залежей углеводородов (территория Центрального Предкавказья). / Наука. Инновации. Технологии. 2019. №4. С. 33-48.
4. Харченко В.М., Неркарарян А.Е., Стасенко А.А. Ротационная концепция тектогенеза - реальная альтернатива теории тектоники плит / Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Проблемы устойчивого развития территорий: сборник трудов III Международной научно-практической конференции 8-9 декабря 2022 г. – Ставрополь, 2022 г. – 662 с.
5. Попков В.И., Сазонов И.Г. Когда и как сформировались горы-лакколиты Кавказских Минеральных Вод / Вестник Краснодарского регионального отделения русского географического общества Том Выпуск 9. Краснодарское региональное отделение всероссийской общественной организации «Русское географическое общество» - Краснодар, 2017 г.

УДК 624.131, 711.4

**О МОНОГРАФИЯХ «ГЕОЛОГИЯ И ГОРОД» (МОСКВА,
СТАВРОПОЛЬ, БУДЕННОВСК)**

**Б.Ф. Галай, В.В. Сербин, О.Б. Галай
ФГАОУ ВО «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

г. Ставрополь, Ставропольский край

***Аннотация.** Выполнен сравнительный анализ трёх монографий, характеризующих инженерно-геологические условия как градостроительного фактора, влияющего на техносферу Москвы, Ставрополя и Буденновска. Книги представляют интерес для Администраций городов при разработке и корректировке генпланов, проектировщиков, изыскателей и студентов ВУЗов.*

***Annotation.** A benchmarking analysis of three monographs that represent engineering-geological conditions as an urban planning factor influencing the technosphere of the cities Moscow, Stavropol and Budennovsk was carried out. The books may attract interest of city's administrations when developing and adjusting general plans, and also interest of designers, prospectors and university students.*

***Ключевые слова:** Город, Москва, Ставрополь, Буденновск, геология, техносфера.*

***Keywords:** City, Moscow, Stavropol, Budennovsk, geology, technosphere*

В 1997 году к 850-летию Москвы вышла уникальная монография «Москва: геология и город» [1], подготовленная лучшими специалистами Москвы под редакцией академика В.И. Осипова и О.П. Медведева.

В 10-ти главах монографии даны: 1) Физико-географический очерк, 2) Геологическое строение, 3) Подземные воды, 4) Геологические процессы и явления, 5) Инженерно-геологические условия, 6) Использование подземных вод, 7) Активизация геологических процессов и устойчивость территории, 8) Загрязнение геологической среды, 9) Мониторинг геологической среды, 10) Геологическая среда и будущее города.

Москва является одним из крупнейших мегаполисов мира. Этот уникальный мегаполис включает более 440 тыс. предприятий, в том числе 2800 крупных промышленных объектов, 39 тыс. жилых зданий,

12 ТЭЦ, 4 ГРЭС, 53 районных и квартальных тепловых станций. Гиперконцентрация людей и разнообразная инфраструктура создают территориально сосредоточенное воздействие на геологическую среду города, вызывая в ней необратимые изменения. Ученые Москвы отмечают, что возникающие в геологической среде опасные процессы приводят к деформации зданий и сооружений, ускоренному разрушению подземных коммуникации, ухудшению экологической обстановки. Городу наносится огромный материальный ущерб, увеличивается риск возникновения чрезвычайных ситуаций, возрастает социально-психологическая напряженность населения.

С такой глубиной и детальностью не описаны инженерно-геологические условия ни одного другого города мира.

Книги ставропольских авторов по структуре и содержанию отличаются от московской монографии.

В 2017 году к 240-летию Ставрополя вышла монография «Ставрополь: геология и город» [2], в которой указано, что «Поводом и примером для написания данной книги послужила уникальная монография «Москва: геология и город», написанная московскими учеными». Она включает: 1) Геолого-географическая характеристика территории города Ставрополя, 2) Гидрогеологические условия. Подтопление и родники города Ставрополя, 3) Специфические грунты и связанные с ними опасные геологические процессы на территории города Ставрополя, 4) Проблемы нового строительства и восстановления аварийно-деформированных зданий и сооружений в городе Ставрополе, 5) Рекомендации по инженерным изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на специфических грунтах в городе Ставрополе.

В 2018 году на Всероссийском конкурсе «Фонда развития отечественного образования» эта книга была отмечена Дипломом лауреата на лучшую научную книгу 2017 года.

В Ставрополе 95% площади занимают специфические грунты (глины майкопа и сармата, морские рыхлые пылеватые пески сармата, просадочные лессовидные суглинки), с которыми связаны опасные геологические процессы и деформации зданий и сооружений. По нашим данным Ставрополь можно считать самым оползневым городом России. Оползни являются причиной деформаций многих жилых домов, общественных зданий, магистрального водопровода, газопроводов, ЛЭП, автомобильных и железных дорог.

В 1995 г. повышение фоновой сейсмичности до 7-ми баллов, за счет специфических грунтов, привело к расчетной сейсмичности 8

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

баллов и дефициту сейсмостойкости старой, в т.ч. исторической, застройки.

В 2022 году вышла книга «Буденновск: геология и город» [3], в которой выделены следующие главы: 1) Историко-экономическая характеристика г. Буденновска, 2) Инженерно-геологические условия г. Буденновска, 3) Состав, структура и свойства просадочных грунтов г. Буденновска, 4) Критический анализ нормативов по строительству на просадочных грунтах в условиях г. Буденновска, 5) Аварийные деформации зданий и сооружений, построенных на просадочных грунтах в г. Буденновске, 6) Успешный опыт строительства и восстановления аварийных зданий и сооружений на просадочных грунтах г. Буденновска, 7) Рекомендации по инженерной защите зданий и сооружений при строительстве на просадочных грунтах г. Буденновска.

В 2022 году Президиум Российской инженерной академии присвоил автору почетное звание лауреата конкурса им. Первопечатника Ивана Фёдорова.

На всей территории г. Буденновска распространен типичный лесс мощностью до 40 м, с расчетной просадкой от собственного веса до 1,5 м. Фактическая просадка силосных корпусов элеватора достигла 2,5 м, с отклонением от вертикали до 2,2 м. Просадка аварийного корпуса завода ЖБИ после организованной замачивания достигла 1,8 м.

По нашим данным и ученых МГУ [4, 5], в районе г. Буденновска лессовая толща достигает мощности 100-120 м, просадочная толща до 55 м, а просадка от собственного веса до 1,5 м. Такая просадка была получена при замачивании котлованов при строительстве очистных сооружений ООО «Ставролен» Лукойл.

Просадочный лесс на всей территории Буденновска повышает расчетную сейсмичность до 8 баллов. Здесь так же получился большой дефицит сейсмостойкости всей старой застройки, включая исторические здания.

По нашим рекомендациям при новом строительстве и восстановлении аварийных правительственных объектов для уплотнения просадочных лессов Буденновска были применены: глубинные взрывы и т.н. «шнековые сваи» с большим экономическим эффектом (взрывоопасные объекты Лукойла, Буденновская больница после террористического акта 1995 г, военный городок и др.).

Подобные книги для других городов России нам неизвестны.

Выводы. Несмотря на различие инженерно-геологических условий, характер, специфику и масштаб застройки, методологической основой рассмотренных работ является системный подход, в котором геологические

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

условия и городская застройка (техносфера) являются природно-технической системой (ПТС), взаимодействуют и влияют друг на друга.

На этой методологической основе могут быть подготовлены книги для других городов России, с учетом их инженерно-геологических условия, как важного градостроительного фактора развития города.

Список литературы

1. Осипов, В.И. Москва: геология и город / гл. ред. В.И. Осипов, О.П. Медведев. М., 1997.
2. Галай, Б.Ф. Ставрополь: геология и город : монография / Б.Ф. Галай, Б.Б. Галай, О.Б. Галай. – Ставрополь : ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь-сервисшкола, 2017. – 328 с.
3. Галай, О.Б. Буденновск: геология и город: монография / О.Б. Галай. — Ставрополь: ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа», 2022. — 318 с.
4. Трофимов, В.Т. Лессовый покров Земли и его свойства / В.Т. Трофимов, С.Д. Балыкова, Н.С. Болиховская и др.; Под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2001. – 464 с.
5. Трофимов, В.Т. Опорные инженерно-геологические разрезы лессовых пород Северной Евразии / В.Т. Трофимов, С.Д. Балыкова, Т.В. Андреева, А.В. Ершова, Я. Е. Шаевич; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: КДУ, 2008. – 608 с.

УДК 553. 074

ТОРИЙ -ЭНЕРГОНОСИТЕЛЬ БУДУЩЕГО

Т.П. Морозова
ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО
ОРДЖОНИКИДЗЕ»
г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация.** В настоящее время существуют противоположные точки зрения на возможность эффективного использования тория в энергетике. Но, разные мнения не ослабляют научного и практического интереса к торю как к перспективному источнику энергии и во многих развитых странах ведутся исследования по созданию ториевых реакторов.*

***Annotation.** Currently, there are opposing points of view on the possibility of effective use of thorium in the energy sector. However, different opinions do not weaken scientific and practical interest in thorium as a promising source of energy, and research is underway in many developed countries to create thorium reactors.*

***Ключевые слова:** торий, уран, запасы, руды, энергетические источники, реакторы.*

***Keywords:** thorium, uranium, reserves, ores, energy sources, reactors.*

Сокращение запасов нефти и газа и очевидные стоимостные преимущества ядерной энергетики способствовали ее развитию во всем мире.

Ежегодная потребность России в уране составляет 4,5 тыс. тонн, но добывается только 3 тыс. тонн. Дефицит покрывается за счет складских запасов, которых хватит до 2040-2045 годов.

Природным ураном Россия уверенно обеспечена на 20-25 лет, но дальнейшие перспективы более оптимистичны, т. к. планируется оснащение атомных электростанций реакторами на быстрых нейтронах, в которых могут использоваться уран-235 и уран-238, а также планируется использование электроэнергетических отходов.

В настоящее время запасы известных урановых месторождений России с богатым содержанием уже отработаны или близки к истощению. А крупнейшие месторождения Якутии и Забайкалья, содержащие внушительные запасы (370 тыс. тонн), имеют средние или очень низкие содержания урана, представлены маломощными

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

рудными телами, труднодоступны из-за возможности исключительно подземной разработки и отсутствия развитой инфраструктуры, а следовательно, требуют больших капитальных затрат. (рис.1)



Рисунок 1 – Запасы урана на территории России

Так как запасы урановых месторождений истощаются, а добыча нефти и газа неизбежно будет удорожаться, то встает вопрос об альтернативной замене этих энергоносителей. Одним из таких «заменителей» мог бы стать торий. (рис.2)



Рисунок 2 – Торий (Th)

Ещё в середине XX в. были созданы различные варианты более безопасных ядерных реакторов на тории. Но, было отдано предпочтение урану из-за его большей перспективности для разработок ядерного оружия.

Сейчас, когда запасы урана-235 уменьшаются и его производство снижается, снова встает вопрос о внедрении ториевых реакторов. [1]

Тем более запасы тория в земной коре значительно превышают запасы урана (за исключением изотопа урана-238, который не

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

способен поддерживать цепные реакции). Основное промышленное значения имеют рудные минералы тория: монацит ((Ce, La, Nd, Th)[PO₄]) и торит (ThSiO₄). [2] (рис.3)

Собственно ториевые месторождения неизвестны. Этот радиоактивный металл большей частью извлекается попутно, входя в состав комплексных руд: ториево-редкоземельных, ториево-редкометалльных, ториево-редкометалльно-редкоземельных и ториево-урановых. [3]

В СССР поиски ториевых руд стали проводиться ещё до Второй Мировой войны, но полномасштабная геологическая разведка началась после ее окончания в рамках проекта создания ядерного оружия. Однако, уже к середине 50-х гг. XX в. от тория отказались как от источника энергии из-за быстрого образования плутония, более затратной добычи и больших трудностей превращения его в изотоп урана ²³³U. [1]. Добытый торий хранится на складах города Красноуфимска, принадлежащих в настоящее время государственной компании «Урал-монацит». [4] (рис. 3)



Рисунок 3 – Ториевый склад в Красноуфимске

С возрождением интереса к ториевой энергетике появились как противники этого вида топлива, так и его сторонники.

Первые, доказывая бесперспективность этих исследований, приводят следующие аргументы:

- вскрытие монацита более сложный процесс по сравнению с вскрытием большинства рудных урановых минералов;
- в реакторах происходит накопление ²³²U и протактиниевое отравление;

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

- уровень излучения выше, чем в уран-плутониевом цикле, поэтому в процессе производства топлива требуется использование дистанционного оборудования с более высоким уровнем;
- в результате поглощения тепловых нейтронов делящимися ядрами возникают более сложные схемы деления и ядерные реакции;
- необходимость предоставления длительного периода влажного хранения отработанного ядерного топлива обусловлена высоким уровнем остаточной тепловой энергии, которая уменьшается с течением времени;
- при реализации замкнутого ядерного топливного цикла (ЯТЦ) могут возникнуть технологические сложности с переработкой использованного ядерного топлива.

Сторонники ториевых ядерных электростанций, в свою очередь, приводят свои аргументы:

- содержания тория в земной коре в три раза больше чем содержания урана;
- по своим технологическим и ядерно-физическим свойствам торий подходит для использования в ядерных реакторах;
- из всего лишь 1 тонны тория можно получить столько же энергии, сколько из двухсот тонн урана;
- использование изотопа ^{233}U , получаемого из тория, оказывается энергетически выгоднее для реакторов на тепловых нейтронах, чем изотопы ^{235}U и ^{239}Pu ;
- благоприятное влияние на безопасность реактора оказывает более слабая зависимость свойств изотопа ^{233}U от энергии и температуры;
- в ториевых реакторах торий используется и как топливо и как хладагент
- образование основных продуктов деления, таких как Xe, Sm и др., которые отравляют ядерный реактор в процессе работы, намного ниже при использовании изотопа ^{233}U , чем при использовании изотопов ^{235}U и плутония;
- при переходе на ториевый ядерный топливный цикл образуется гораздо меньше высокоактивных отходов по сравнению с циклом, основанным на изотопах ^{238}U – ^{239}Pu ;
- переход к ториевому циклу упрощает проблему локализации и захоронения радиоактивных отходов, так как исключается необходимость фракционирования в стекломассе трансплутониевых элементов, которые плохо растворимы. [1]

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Сейчас активно проводятся исследования по созданию действующих ториевых ядерных реакторов в России, Германии, Индии, Китае, США, Норвегии, Великобритании и Японии.

В Индии, экспериментальный маломощный реактор на АЭС "Калпаккам" в настоящее время производит около тринадцати мегаватт энергии.

В Китае проводится активная программа модернизации ядерной энергетики, распланированная с 2011 до 2050 гг.

Швейцарский стартап Transmutex собирается создать прототип атомной электростанции (АЭС), которая в качестве сырья будет использовать торий вместо урана. Проект, получивший название TMX-START, будет реализован в ближайшие 10 лет. [3]

В России, которая входит в первую десятку по мировым запасам тория, в лабораториях Научного исследовательского центра «Курчатовский институт» разрабатывается гибридный термоядерный реактор на тории, но строительство станции пока не планируется. [5]

В заключение следует отметить, что споры о применимости тория и перспективах строительства ториевых ядерных электростанций, очевидно будут продолжаться и в ближайшем будущем. Но, невозможно не признать, что необходимость в новых видах энергоносителей становится все более очевидной и неизбежной.

Список литературы

1. Алексеев С.В., Зайцев В.А. Торий в ядерной энергетике. - М.: Техносфера. 2014. - 288 с.
2. Котова В.М. минерально-сырьевая база тория и перспективы ее использования в ядерной энергетике России XXI века. - М. 2000. - С.23.
3. Котова В.М. ториево-редкометальное сырье и перспективы его использования в ядерной энергетике XXI века/Минеральное сырье: ВИМС. - М. 2000. №6. - С.91-99.
4. Репина С.А. минералогия монацитовых концентратов ОГУ «Уралмонацит»/Уральский минералогический сборник. – Миасс. 2008. №15. - С.17-26
5. Шаманин И.В., Беденко С.В., Чертков Ю.Б. Ториевая реакторная установка малой мощности, работающая в сверхдлинной кампании/Известия вузов. Ядерная энергетика. - Обнинск. 2016. №2. - С.121-132.

УДК 665.6/.7

РАЗДЕЛЕНИЕ ГАЗОВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ВИХРЕВОГО ФОРСЕПАРАТОРА

Р.И. Столярова, Ф.Б. Шевляков
ФГБОУ ВПО «УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Уфа, Россия

***Аннотация.** Разработана конструкция вихревой трубы с расположенными по цилиндрической части лопастями, в которой происходит предварительное разделение газоводонефтяной эмульсии на газовую и жидкую фазы для эффективного дальнейшего разделения в сепараторах.*

***Abstract.** A design has been developed for a vortex tube with blades arranged along a cylindrical part, in which a preliminary separation of the gas-oil emulsion into gas and liquid phases occurs for effective further separation in separators.*

***Ключевые слова:** газоводонефтяная эмульсия, вихревая труба, вихревой форсепаратор, сепарация, разделение.*

***Keywords:** gas-oil emulsion, vortex tube, vortex force separator, separation, separation.*

Вихревые трубы благодаря закрученному потоку позволяют разделять газовый и жидкостной потоки напрямую из закрученного потока. Многофазный поток, входящий в сопловой ввод вихревой трубы, разделяется на жидкость, которая за счет центробежной силы концентрируется у стенки аппарата, образуя пристеночное течение жидкой фазы, и газ, который также выводится из аппарата [1].

Некачественная сепарация нефти ведет к большим потерям, кроме того, остатки газа выделяются в процессе хранения и транспортировки нефти, выводят из строя оборудование промыслов, образуют взрывоопасные очаги и загрязняют окружающую среду [2,3]. Разработка способа сепарации с использованием вихревого устройства позволит значительно увеличить эффективность процесса разделения и уменьшить металлоемкость аппарата. Этим обуславливается актуальность исследования.

Цель исследования заключается в разработке способа повышения качества сепарации нефти на установке подготовки нефти Саматлорского месторождения, а именно разработка конструкции

вихревого закручивающего устройства и подбор его оптимальных геометрических характеристик.

Из-за инерционных сил и давления жидкость, проходящая через трубу, образует пристеночное течение, в то время как газы скапливаются в центре потока. Завихрение в потоке газодонефтяного эмульсионного потока обеспечивает эффективное разделение капель воды от газа, а также предотвращает их слипание [4].

Для разработки способа сепарации с использованием вихревого устройства для увеличения эффективности процесса разделения применен метод исследования – моделирование. Программное обеспечение ANSS для исследований вихревых трубопроводов дает возможность моделировать и анализировать их характеристики. При моделировании необходимо соблюдать стратегию и методологию исследования, которая включает в себя выбор подходящих геометрических параметров, определение условий граничных условий и выбор методов решения [5, 6].

Моделирование процесса завихрения потока с подбором оптимальных характеристик лопастей в программном обеспечении ANSYS показало эффективность разделения потока на фазы в сравнении с протеканием процесса без вихревой трубы. Конструкция вихревого устройства состоит из трубы, внутри которой располагаются лопасти под определенным углом атаки. Сравнивая результаты распределения потоков с различными геометрическими характеристиками, определена оптимальная конструкция, состоящая из трубы с двенадцатью лопастями. Распределение потока в оптимальной модели вихревой трубы показано на рисунке 1.

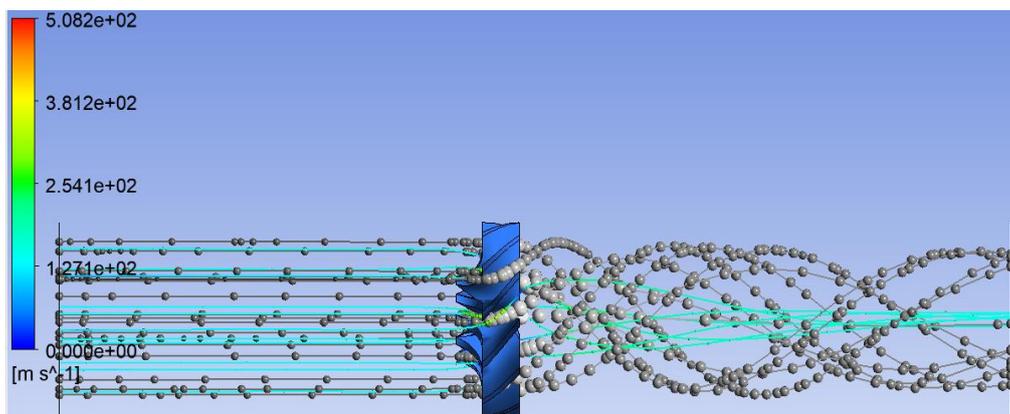


Рисунок 1 – Распределение потока по вихревой трубе с 12-ю лопастями

Список литературы

1. Суслов, А. Д. Вихревые аппараты / А.Д. Суслов, С.В. Иванов, Ю.В. Мурашкин, Ю.В. Чижиков. – М.: Машиностроение, 1985. – 249 с.
2. Слышенков, В.А. Оборудование для сбора и подготовки нефти и газа. Учебно-методическое пособие / В.А. Слышенков, А.В. Деговцов. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012. – 54 с.
3. Ильин, А.В. Химическая технология. Нефть и ее переработка: учебное пособие / А.В. Ильин, Р.Р. Давлетшин, А.И. Курамшин – К. 2018. – 79 с.
4. Zhidkov, M.A. Three-flow vortex tube - an effective gas-dynamic device for preparing natural gas for transport / M.A. Zhidkov, A.P. Gusev, A.P. Ryabov, S.P. Vshivtsev, N.V. Koshovets, B.G. Kolyako, E.P. Sobol, G.S. Starokonev // Oil and gas technologies. –2006, No. 11. – p. 3–7.
5. Федорова, Н.Н., Вальгер С.А., Данилов М.Н., Захарова Ю.В. Основы работы в ANSYS 17. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.
6. Конюхов, А.В. Основы конструкций в ANSYS: учеб. пособие / – Казань, 2001. – 153 с.

УДК 622

УСТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАРУШЕННОСТИ ПЛАСТА НА
СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЕГО ОТРАБОТКИ

В.В. Мирный, А.А. Канавец, А.В. Тонофа
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

Аннотация. Статья посвящена определению параметров нарушения пласта на стадии проектирования его отработки, повышению уровня обоснованности технологических и пространственных решений при проектировании отработки запасов.

Annotation. The article is devoted to determining the parameters of reservoir disturbance at the design stage of its mining, increasing the level of validity of technological and spatial solutions in the design of mining reserves

Ключевые слова: зона апофиза, нарушение, проектирование, кондиционные запасы, горные работы

Keywords: apophysis zone, disturbance, design, conditioned reserves, mining

Согласно отчетной документации предприятия запасы угля шахты «Чайкино» ОП ГП Макеевуголь по пластам h_2 , h_3 , h_6 в значительной степени выработаны. В отдельных местах горные работы по этим пластам подошли к границам шахтного поля, приблизились к промышленным контурам, построенным по мощностям 0,60 и 0,45м или вошли в зоны тектонических нарушений, где перемятые породы (в т.ч. угольные пласты) представляют значительную по ширине зону (500 и более метров). В этих же условиях ведение горных работ по пластам становится затрудненным технически и нецелесообразно экономически.

Анализ угленосной толщи в границах шахтного поля, выполненный с участием авторов, свидетельствует о наличии вполне кондиционных запасов по пласту h_3 , находящемуся выше пласта h_3 на 25м.

Предметом настоящих исследований явилось оконтуривание запасов в зоне апофизы Восточного сброса. Надежное определение площади промышленных запасов в этом месте дает возможность составить программу развития горных работ по пласту h_3 .

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Указанная апофиза неоднократно переходилась подготовительными выработками пластов h_6 , h_3 и h_2 .

Однако, перемятость пласта, раздробленность самого сместителя зачастую таковы, что составить представление об амплитуде смещения и об определении места встречи выработки с пластом невозможно.

Из отобранных материалов представляют интерес, как наиболее надежные, зарисовки перехода апофизы горными выработками по пластам h_6 (2 перехода), h_3 (2 перехода), h_2 (один переход). Поскольку проектируемый к отработке пласт h_3 находится между отработанными или частично отработанными пластами h_6 и h_2 , оказалось возможным провести следующие исследования: оценить степень нарушенности пластов h_6 и h_2 апофизой: с использованием зарисовки и перехода апофизы штреком пласта h_3 оценить поверхность сместителя в зоне пяти точек документирования нарушенности; построить график изоамплитуд апофизы; оценить амплитуду апофизы в рабочей части пласта h_3 ; сделать вывод о возможности перехода апофизы проектируемыми очистными работами.

Как известно [1, с.220-221] тектоническое нарушение имеет свои размеры и приближенно напоминает по форме эллипс, на границе которого амплитуда смещения имеет нулевое значение, а в центре - максимальное. Такой эллипс называют еще "Эпюра дизъюнктива (2).

Рассматриваемая апофиза относится к мелким нарушениям. Поэтому при полном анализе геологических данных можно было бы составить полный эллипс нарушения. В зоне исследования отмечается полное затухание апофизы. В связи с этим целесообразно построить и оценить только фланговую часть эпюры. Используя изложенные в литературе методики построения эпюры и совмещения плоскостей [1,3], получен график изоамплитуд, приведенный на (рис. 1.)

В результате анализа и некоторых графических построений оказалось возможным сделать следующие выводы. Направление нарушения практически совпадает с большой осью эпюры дизъюнктива. От точки "Е" до точки "А" (с нулевой амплитудой) расстояние примерно 800 м. Совмещая эпюру с гипсометрическим планом, убеждаемся в том, что полное затухание апофизы произойдет на границе промышленного контура с мощностью пласта 0,6м. Следовательно, контур не подсчитываемых запасов может быть продлен вдоль апофизы, через всю часть пласта h_3 рабочей мощности. При ведении горных работ в районе северной части апофизы можно прогнозировать малую амплитуду нарушения (от 0 до 0,5м). В этом

случае возможно получение добычи из не подсчитанных запасов. Согласно существующему положению эта часть добытых, но не подсчитанных запасов будет включена в балансовые.

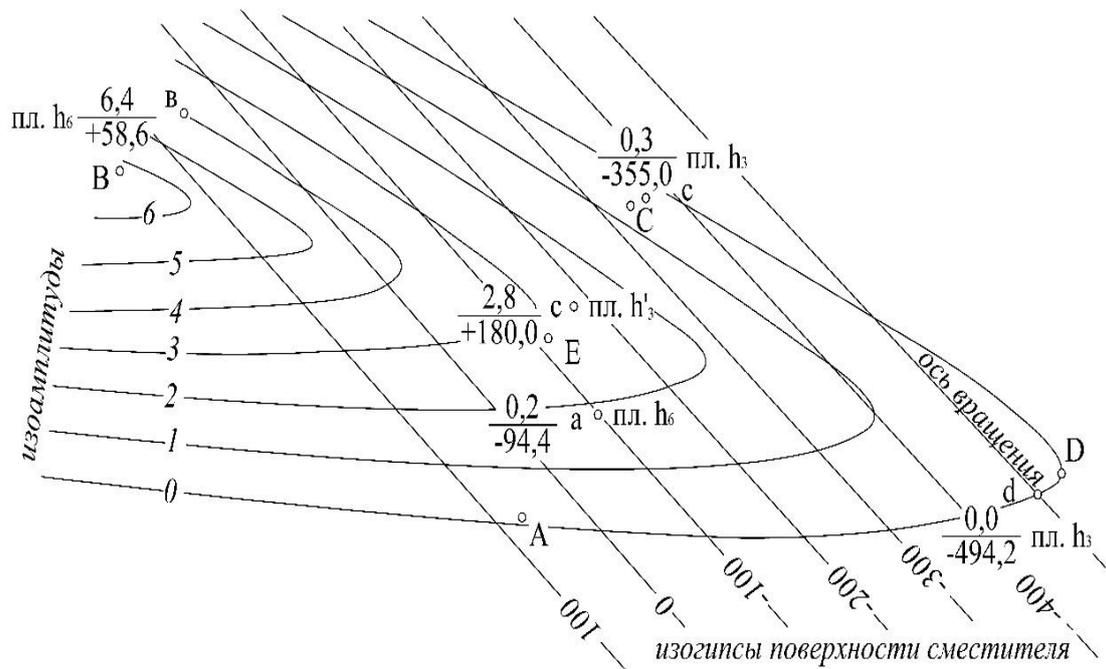


Рисунок 1 – Построение амплитуды восточного сброса:

e^0 – проекции точек встречи сместителя; E^0 – совмещенные положения точек; 2,8 – амплитуды смещения (числитель); -94,4 – отметки сместителя в точках встречи (знаменатель); h_3 – пласт, на котором встречен сместитель;

Представляет интерес оценка размеров нарушенной части пласта в зоне апофизы. Характер изоамплитуд в южной части показывает, что нулевая изоамплитуда вверху и внизу эпюры имеют практически параллельное направление, т.е. по существу они ограничивают ширину или малую ось эллипса сместителя. В этом случае в южной точке С эллипса, по-видимому, можно предполагать наличие максимальной амплитуды апофизы, составляющей 6,2м. Согласно [1, с.222], ширина нарушенной зоны пород у нарушения может быть принята равной примерно двум амплитудам. В этом случае параллельно линии скрещения можно с обеих ее сторон оставить зоны неподсчитываемых запасов шириной примерно по 15м. Таким образом, нами установлены место затухания апофизы и ширина зоны перемятого угля.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Понятно, что приведенные соображения и расчеты можно оценить как прогнозные. Однако, на этапе проектирования отработки запасов этого достаточно.

Список литературы

1. Букринский В.А. Основы геодезии и маркшейдерского дела: учебник для иностранных студентов по горнотехническим специальностям / в.а.букринский, г.в.орлов, е.м.самошкин и др. под ред. В.А.Букринского. [Текст] : учебник / ред. В.А. Букринский. - М. : Недра, 1989. - 381 с. - Б. ц.
2. И. Н. Ушаков Горная геометрия [Текст] / И. Н. Ушаков; Под ред. проф. И. М. Бахурина. - Ленинград ; Москва : ОНТИ. Глав. ред. геол.-развед. и геодезич. лит-ры, 1937 (Ленинград : тип. им. Евг. Соколовой). - Переплет, 353 с.
3. Рыжов П. А. Проекция, применяемые в геолого-маркшейдерском деле [Текст] : [Учеб. пособие для студентов маркшейдерской специальности горных и политехн. ин-тов] / П. А. Рыжов, проф. д-р техн. наук. - Москва : Углетехиздат, 1951. - 168 с.

УДК 622.837:622.838

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ МЕР ЗАЩИТЫ
ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ОТ ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ
РАБОТ

Ф.М. Голубев, Л.А. Иванова, Т.И. Рахманова
ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ
И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** На основании обобщения и анализа имеющихся данных о применении конструктивных мер защиты жилых и общественных зданий от влияния горных работ выполнена систематизация и классификация мер защиты, необходимая для применения оптимальных конструктивных мер защиты при подработке зданий.*

***Annotation.** Based on the generalization and analysis of available data on the application of structural measures to protect residential and public buildings from the effects of mining, the systematization and classification of protective measures necessary for the application of optimal structural protection measures during the side work of buildings has been carried out.*

***Ключевые слова:** конструктивные меры защиты, жилые и общественные здания, горные работы*

***Keywords:** structural protection measures, residential and public buildings, mining operations*

В настоящее время большое количество зданий и сооружений в городах Донецкой Народной Республики получили значительные повреждения от влияния деформаций земной поверхности, вызванных ведением горных работ под застроенной территорией.

В действующих нормативных документах [1, 2] отсутствует классификация конструктивных мер защиты эксплуатируемых зданий и сооружений при отработке запасов угля, а также рекомендации по назначению мер защиты при подработке.

Анализ имеющихся фактических данных о применении конструктивных мер защиты эксплуатируемых зданий и сооружений при их подработке позволяет выполнить их классификацию в

зависимости от назначения здания или сооружения и ожидаемого влияния деформаций земной поверхности.

Актуальность работы обусловлена необходимостью использовать опыт применения мер защиты подрабатываемых эксплуатируемых зданий для выбора оптимальных мер защиты.

Конструктивные меры защиты от влияния подработки применяются до, в процессе или после подработки и предназначены для снижения деформаций подрабатываемых объектов [3].

Обобщение опыта применения конструктивных мер защиты от влияния подработки для жилых и общественных зданий позволило систематизировать их применение для основных конструктивных элементов и здания в целом [4-5].

Для жилых и общественных зданий применяются:

- усиление фундаментов (односторонними и двухсторонними железобетонными обоймами и связями-распорками);
- усиление стен (металлическими и железобетонными поясами, металлическими тяжами, металлическими обоймами для простенков и рамами для оконных и дверных проёмов);
- увеличение площади опирания перекрытий и покрытий;
- выравнивание конструкций (методом поддомкрачивания);
- разделение зданий на отсеки (устройством деформационных швов).

Усиление ленточных фундаментов и стен подвалов выполняется устройством железобетонных обойм. Применяют наружные односторонние и двухсторонние обоймы. В зданиях без подвалов железобетонные обоймы устраиваются на уровне подошвы фундаментов, в зданиях с подвалами – в уровне пола подвала.

Усиление фундаментов односторонними железобетонными обоймами применяется от влияния плавных деформаций земной поверхности при отработке пологих и наклонных угольных пластов. Усиление фундаментов двухсторонними железобетонными обоймами применяется от влияния неравномерных деформаций земной поверхности в виде уступов при отработке угольных пластов с крутым залеганием. Фундаменты большого количества жилых домов и гражданских зданий г. Горловка, расположенных на полях шахт им. В. И. Ленина и «Кочегарка», были усилены двухсторонними и односторонними железобетонными обоймой.

Для усиления стен применяются замкнутые железобетонные или металлические пояса, заранее напряженные металлические тяжи, металлические обоймы на простенках между оконными проемами и

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

рамы для дверных и оконных проемов. Пояса и тяжи устраивают в уровнях цоколя и перекрытий.

Металлические обоймы выполняются на простенках, в которых произошло расслоение каменной кладки. Металлические рамы устанавливаются в дверные и оконные проемы в случае образования трещин в местах опирания перемычек и перекоса окон. Объединение обоем и рам в горизонтальной плоскости создает замкнутый пояс, который препятствует дальнейшему расслоению стен, применяется при неравномерных оседаниях земной поверхности.

Увеличение площади опирания плит перекрытий и покрытий выполняется креплением к стенам опорных элементов из профильного металла.

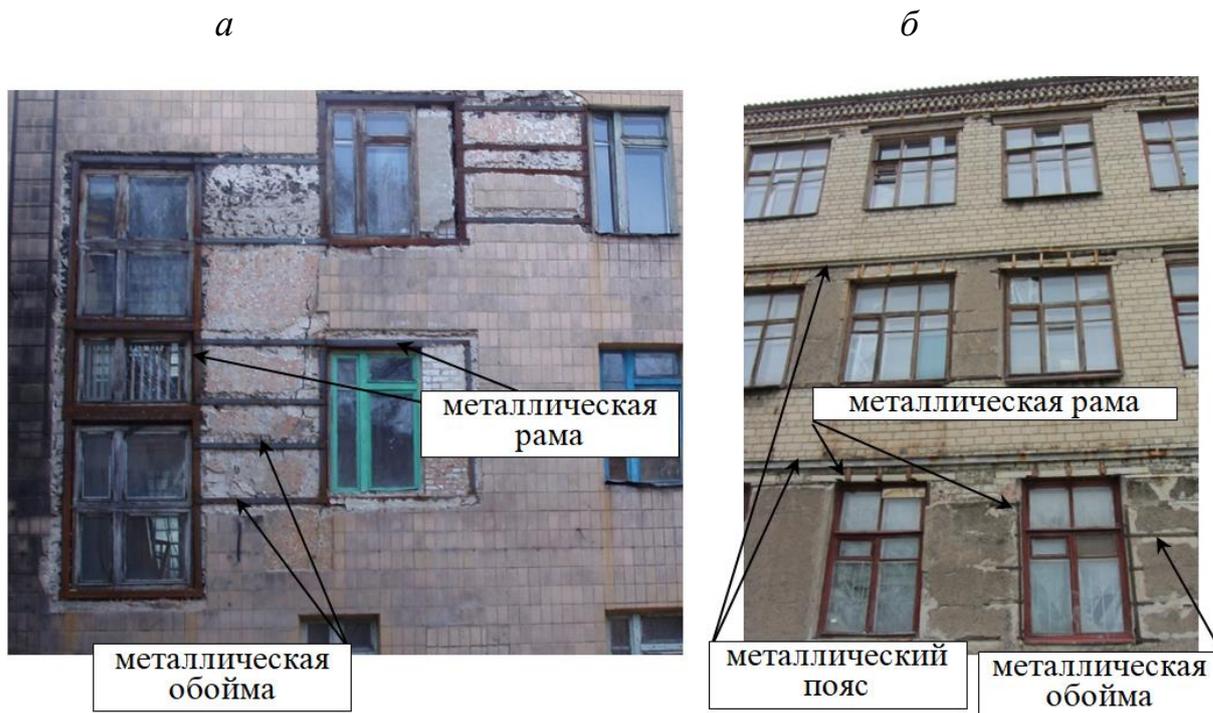
Примеры усиления конструкций жилых и гражданских зданий металлическими поясами, рамами и обоймами показаны на рисунках 1-2.



а – жилой дом по ул. Косарева, 7 в г. Горловке; *б* – спортивный зал школы № 58 в г. Донецке

Рисунок 1 – Усиление стен металлическими поясами

Разделение зданий на отсеки производится устройством деформационных швов. Деформационные швы в бескаркасных зданиях устраиваются, если они имеют сложную форму в плане или большую протяженность. Деформационный шов должен разделять здание по всей высоте от подошвы фундамента до карниза, включая фундаменты, стены, перекрытия и кровлю. Каждый отсек должен иметь прямоугольную форму в плане и не иметь перепадов по высоте.



а – школа № 58; *б* – школа № 145

Рисунок 2 – Усиление стен металлическими поясами, оконных проемов металлическими рамами и простенков металлическими обоймами зданий школ в г. Донецке

Разделение зданий на отсеки производится устройством деформационных швов. Деформационные швы в бескаркасных зданиях устраиваются, если они имеют сложную форму в плане или большую протяженность. Деформационный шов должен разделять здание по всей высоте от подошвы фундамента до карниза, включая фундаменты, стены, перекрытия и кровлю. Каждый отсек должен иметь прямоугольную форму в плане и не иметь перепадов по высоте.

Деформационные швы в каркасных зданиях выполняются устройством дополнительных отдельно стоящих фундаментов, колонн, пролетных конструкций или устройством гибких вставок, опирающихся на конструкции смежных отсеков и связанных с ними податливыми связями. При этом принимаются меры по обеспечению пространственной устойчивости отсеков.

Таким образом, для обеспечения условий эксплуатации зданий и сооружений при наличии сложной структуры рельефа подрабатываемых территорий применяются конструктивные меры защиты по усилению и выравниванию конструкций, увеличению площади их опирания, разделению зданий и сооружений на отсеки.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Выводы

Представлены параметры выбора конструктивных мер защиты для усиления различных конструкций подрабатываемых гражданских зданий (фундаментов, стен, колонн, перекрытий), в различных горно-геологических условиях и в сложных условиях рельефа (влияние плавных и сосредоточенных деформаций земной поверхности).

Выполнена систематизация имеющихся фактических данных о применении конструктивных мер защиты для подрабатываемых жилых и общественных зданий.

Для выбора оптимальных конструктивных мер защиты подрабатываемых зданий необходимо руководствоваться критериями допустимых условий подработки зданий и установленными фактическими схемами деформирования зданий. Также необходимо учитывать конструктивные особенности, характерные повреждения конструкций зданий и ожидаемые воздействия.

Список литературы

1. ГСТУ 101.00159226.001– 2003. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом [Текст].- Введен 01.01.2004 – К., 2004. – 128 с.

2. ПБ 07-269-98. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях [Текст].- Введен 01.10.1998 – М. 1998. – 203 с.

3. Грищенко Н. Н. Конструктивные меры повышения ресурса безопасной эксплуатации жилых и гражданских зданий на подрабатываемых территориях угольных месторождений [Текст] / Н. Н. Грищенко, В. Р. Шнеер, Е. В. Блиникова, Т. И. Рахманова, С. С. Стельмах// Труды РАНИМИ: сб. науч. тр. - Донецк, 2015.- № 15 - С. 168-179.

4. Иванова Л. А. Обобщение опыта подработки зданий города Горловка горными работами шахты им. В. И. Ленина [Текст] / Л. А. Иванова // Труды РАНИМИ: сб. науч. тр. – Донецк, 2017. - № 4 (19). - С. 9-20.

5. Грищенко Н. Н. Анализ деформированного состояния и меры защиты подработанных зданий города Донецка, расположенных на склонах мезорельефа [Текст] / Н. Н. Грищенко, Л. А. Иванова, Т. И. Рахманова, Е. Т. Сушко // Труды РАНИМИ: сб. науч. тр. – Донецк, 2021, № 12-13 (27-28). - С. 126-141.

УДК 553.494+553(477)

ОЦЕНКА ПОКРОВО-КИРЕЕВСКОЙ СТРУКТУРЫ ДОНБАССА
КАК ИСТОЧНИКА КОМПЛЕКСНЫХ ВАНАДИЙСОДЕРЖАЩИХ
ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД

В.И.Купенко, Ю.А.Проскурня, О.С.Шабанов
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
г. Донецк, ДНР, Россия

Аннотация: изучено геологическое строение и полезные ископаемые Покрово-Киреевской структуры зоны сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом. Установлено, что породы данной структуры перспективны на титановое и ванадиевое оруденение и по геологическому строению, морфологии рудных тел и содержанию рудных минералов соответствуют известным Кусинскому и Гусевогорскому месторождениям России.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, титаномagnetитовые месторождения, ванадий.

Annotation: the geological structure and minerals of the Pokrovo-Kireevsk structure, which are located in the area of the junction zone of the Azov crystal massif and the Donetsk folded structure are studied. It has been established that the rocks of this structure are promising for titanium and vanadium mineralization and, in terms of geological structure, morphology of ore bodies and content of ore minerals, correspond to the Kusinsk and Gusevogorsk deposits of Russia

Keywords: mineral resource base, titanomagnetite deposits, vanadium.

Донецкая область – один из крупнейших промышленных регионов с высокоразвитой угольной, металлургической, химической, машиностроительной, энергетической отраслями промышленности, строительной индустрией и многоотраслевым сельским хозяйством.

Недра Донецкой области богаты различными видами минерального сырья, здесь добывают каменный уголь и каменную соль, каолины, бентонитовые, огнеупорные и тугоплавкие глины, доломит, флюсовые известняки, стекольный и строительный песок, гипс и ангидрит, мел, мергель, облицовочное и другое сырье.

Металлические полезные ископаемые области представлены рудами железа, ртути, лития, циркония и рассеянными элементами. Но промышленный интерес могут представлять и другие виды сырья,

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

в частности титаномагнетитовые руды, месторождения и рудопроявления которых имеются в зоне сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом.

Титаномагнетитовые месторождения по генезису являются позднемагматическими. Как правило, они приурочены к расслоенным массивам ультраосновных и основных пород. Кроме железа и титана в них содержится и ванадий. Содержание железа в таких рудах – 16-60%, TiO_2 – 6-30%, V_2O_5 – 0,3-2%. Наиболее крупные месторождения этого типа находятся в ЮАР (Бушвельдский комплекс), Канаде (Лак-Тио), Норвегии, Центральной Африке, в России (Карелия, Урал, Восточные Саяны, Восточная Сибирь). Разрабатываются в России только уральские месторождения – Качканарское и Гусевогорское, расположенные на восточном склоне Урала. Они приурочены к одноименному габбро-пироксенитовому массиву. Овальным в плане массив имеет площадь около 110 км². Пироксениты занимают примерно половину площади массива и слагают два обособленных тела: Гусевогорское на востоке и Качканарское на западе. В этих телах и находятся соответственно Гусевогорское и Качканарское титаномагнетитовые месторождения.

Качканарское пироксенитовое тело сложено оливиновыми, роговообманковыми и плагиоклазовыми пироксенитами, горнблендитами, оливинитами, перидотитами и габбро. Оруденение представлено вкрапленностью титаномагнетита среди силикатных минералов. Руды месторождения - комплексные железо-ванадий-титановые. Рудная залежь имеет мощность в несколько сотен метров и характеризуется следующим содержанием компонентов (в %): Fe - 16,6 (среднее); TiO_2 - 0,8-2; V_2O_5 - 0,05-0,3. Титан связан с ильменитом, пластинчатые зерна которого размером 0,2-0,3 мм находятся в титаномагнетите. Ванадий также заключен в титаномагнетите. Главную ценность руд составляют железо и ванадий. Последний извлекается из конверторных шлаков.

Подобное месторождение находится и на территории Донецкой области, в зоне сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом, в пределах Покрово-Киреевско структуры.

Покрово-Киреевская структура расположена в юго-восточной части Донецкой Народной Республики в Старобешевском районе. Она находится на пересечении двух региональных тектонических нарушений - субширотного Васильевского взброса и субмеридионального Грузско-Еланчицкого разлома.

Систематическое и планомерное изучение геологического строения исследуемой территории, начавшееся еще с 40-х годов

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

прошлого века, позволило детально разведать Покрово-Киреевское месторождение плавикового шпата, выявить несколько десятков проявлений флюорита, был получен большой фактический материал по геохимии, гидрохимии, тектонике, магматизму, условиям локализации и закономерностям размещения проявлений флюорита, цветных и редких металлов.

Покрово-Киреевское рудопоявление титаномагнетита было установлено в 1987-1989 гг. при поисках комплексных ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд в границах Покров-Киреевской структуры. Рудопоявление представляет собой три отдельных крутопадающих тела (участки Кумачовский, Центральный, Северный), которые сложены различными пироксенитами и габброидами девонского возраста [1].

Проявление соответствует пироксенит-габбровой формации, тип оруденения – ильменит-титаномагнетитовый. Среднее содержание TiO_2 в руде – 7,4%, V_2O_5 – 0,1%.

В геологическом строении района принимают участие метаморфические и интрузивные комплексы протерозоя, слагающие докембрийский кристаллический фундамент, перекрытые в северо-восточной части палеозойскими и мезо-кайнозойскими отложениями.

Покрово-Киреевская структура образована в месте пересечения двух тектонических зон глубинного заложения – Волновахской и Грузско-Еланчикской и представляет собой локальный выступ в фундаменте размером 10x15 км. Формирование структуры связано с проявлением девонского магматизма. Наиболее крупными нарушениями Покрово-Киреевской структуры являются: сброс Основной, взбросы Покрово-Киреевский, Павловский, Ново-Хапровский. Вертикальные амплитуды перемещения по этим разломам составляют 300-800 м, а горизонтальные – от нескольких сотен метров до 1-3 км.

Характерной чертой структуры является правостороннее смещение Кумачовского и Центрального тела в широтном направлении, по отношению друг к другу, по Васильевскому взбросу. Амплитуда перемещения достигает 4,0-5,0 км. Эти тела сложены ультраосновными и основными породами из ассоциаций субщелочных ультрамафитов, субщелочных пироксенитов и субщелочных габброидов, которые переслаиваются между собой и характеризуются постепенно-переходными контактами. В Кумачовском теле, в плоскости домезозойского эрозионного среза преобладают субщелочные ультрамафиты и пироксениты (периферическая его часть) и в подчиненном количестве встречаются

субщелочные габброиды (внутренняя зона). В Центральном теле соотношение субщелочных ультрамафитов - пироксенитов и субщелочных габброидов примерно равное, причем наблюдается определенная зональность в их распределении с запада на восток.

Район исследований характеризуется широким развитием даек позднедевонского возраста. Дайки составлены ультраосновными и основными породами повышенной щелочности (щелочные лампрофиры, диабазы, субщелочные габброиды). По особенностям локализации они (дайки) подразделяются на две группы.

К одной из них относятся дайки, находящиеся поблизости и в пределах девонских интрузивов Приазовского комплекса. Особенно большое количество даек обнаружено в пределах Покрово-Киреевской структуры, где щелочные лампрофиры основного-ультраосновного состава и диабазы образуют серию дайковых тел среди пироксенитов Покрово-Киреевского массива. Ко второй группе дайковых тел относятся дайки, распространенные вдоль Восточно-Азовского разлома, а также в пределах самостоятельных дайковых поясов - Кузнецово-Михайловского и Павлополь-Октябрьского [2].

Находящееся на территории Покрово-Киреевской структуры Покрово-Киреевское месторождение флюорита считается комплексным и состоит из флюоритовых руд, флюсовых известняков, цементного, агрохимического и строительного сырья.

Флюоритовый состав представлен тремя гидротермально-метасоматическими рудами сложной морфологии, приуроченными к карбонатным породам турнейского яруса (гор. $C_{1tb}-C_{1td}$). Руды образовались в результате замещения известняков флюоритом. Основные запасы руд (95%) сосредоточены в главной (центральной) залежи, имеющей в плане размеры 80-100x250м. Основными минералами флюоритовых руд являются: флюорит, карбонаты, полевые шпаты.

Породы, вмещающие оруденение в основном карбонатные, которые используются как флюсовое сырье. Действующие карьеры в р-не г. Комсомольское, г. Докучаевска, п.г.т. Новотроицкое добывают известняк, аналогичный известнякам Покрово-Киреевского месторождения. По промышленной классификации Покрово-Киреевское месторождение известняков можно отнести к 2-му типу (месторождения сложные) второй группы – линзовидные, сильно смятые в складки различных порядков, сложные по строению толщи. Собственного промышленного значения, как месторождение карбонатного сырья, оно не имеет. Однако, при разработке

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

флюоритовых руд (особенно открытым способом), возможно попутное извлечение и вмещающих (карбонатных) пород.

На Покрово-Киреевском месторождении главная залежь перекрывается достаточно мощной толщей вскрышных пород мезозойского и кайнозойского возраста. Непосредственно над каменноугольной толщей залегают континентальные глины нижнего отдела мела с прослоями разнозернистых песков и песчаников. Они могут применяться в качестве цементного сырья. Выше залегают кварц-глауконитовые известняковые песчаники, песчаные мергели, известняки-ракушечники, глауконит-кварцевые пески кампанского и маастрихтского ярусов верхнего отдела мела, которые можно использовать в качестве агрохимической и строительного сырья. Песчаные отложения неогена, перекрывающие отложения мелового возраста, могут оцениваться в качестве строительных песков.

Но породы Покрово-Киреевской структуры также перспективны и на другие виды сырья, в частности на титановое оруденение. Микроэлементный состав пород Покрово-Киреевского комплекса подтверждает их рудную специализацию на титан (превышение кларковых содержаний отмечено более чем в 90 раз). Содержание титана в оливинитах достигает 7380 г/т, в пироксенитах – 27200г/т, в габбро – 31700г/т при кларковом значении 300г/т. Содержание ванадия в пироксенитах и габбро достигает соответственно 430 и 280г/ при кларковом значении 40г/т [3].

В пределах структуры выделены три изометрических тела основных пород – Кумачовское (площадью 4,7 км²), Центральное (5,1 км²) и Северное. Согласно геофизическим данным на глубине тела сливаются в единый массив, имеющий крутое юго-восточное падение. Вмещающие породы - гранодиориты максимовской ассоциации и эффузивы антоновской свиты.

Внутреннее строение массивов зональное. Массив составлен пироксенитами, габбро-пироксенитами и габбро с постепенными переходами между собой. Характерная черта всех пород - основной породообразующий темноцветный минерал, представленный Na-содержащим клинопироксеном - авгитом (титан-авгитом), в результате чего все породы подпадают в группу субщелочных пород. Разновидности пород выделяются по наличию подчиненных породообразующих минералов - оливина (оливинсодержащий пироксенит), энстатита, плагиоклаза (плагиоклазовый пироксенит, габбро-пироксенит, габбро), амфибола и биотита. В основном, это - черные с зеленоватым оттенком крупнозернистые (реже средне-мелкозернистые) массивные породы, состоящие из авгита (70-75%),

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

рудных минералов (15-25%), амфибола (3-5%) и биотита (1-3%). Практически все разновидности содержат вкрапленные зерна и агрегаты зерен рудных минералов. Представлены они титаномагнетитом (редко магнетитом) и ильменитом. Ильменит и магнетит встречаются как в виде ксеноморфных, так и в виде изометрических зерен размером 0,1-1,5 мм. Титаномагнетит представляет собой магнетит с достаточно равномерными по плотности тончайшими решетками ильменита, сложенный пластинками 1-3х30-40 мм, возникшей в результате распада твердого раствора [2].

Центральный участок Покрово-Кириевской структуры комплексных ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд по геологическому строению, морфологии рудных тел, содержанию рудных минералов и другим параметрам соответствует уже известным месторождениям – Кусинскому и Гусевогорскому месторождениям.

Полученные из руд Покрово-Киреевского месторождения концентраты могут применяться в производстве микролегированной стали. На базе Покрово-Киреевского рудопроявления возможно выявление крупного комплексного месторождения, которое будет минерально-сырьевой базой титана и ванадия для металлургического комплекса региона.

Для перевода проявления в ранг месторождения, необходимо выполнить поисково-оценочные работы в пределах наиболее перспективного Центрального участка, технологические исследования на лабораторно-технологических пробах, технико-экономические расчеты, подтверждающие целесообразность выполнения ГЕО-1.

Список литературы

1. Отчёт о результатах поисков комплексных ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд в пределах Покрово-Киреевской структуры за 1987-1989 гг. в 4-х книгах (Книга 1. Текст) – Министерство геологии СССР, Производственное геологическое объединение «Южукргеология», Приазовская геологоразведочная экспедиция, 1989. – 142 с.

2. «Проект на проведение поисково-оценочных работ на ванадийсодержащих титаномагнетитовые руды в пределах Покрово-Киреевской структуры» - Министерство охраны окружающей природной среды Украины, Государственная геологическая служба, КП «Южукргеология», Приазовская КГП, 2008. – 155 с.

3. Кривдик С. Г. Щелочной магматизм Приазовья / С.Г.Кривдик, Н. В. Безсмолова, А. В. Дубина. // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, № 5 (частина II), 2009, с 158-165

УДК 553.493(477.62)

ПРОГНОЗ И МЕТОДЫ АНАЛОГИИ РЕДКОМЕТАЛЬНО-
РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ПРИАЗОВСКОГО
МЕГАБЛОКА

Е.В. Седова
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы прогнозной оценки редкометально-редкоземельного оруденения Приазовского мегаблока. Многофазные магматические, метаморфические активизации и дифференциация состава пород позволяют обнаружить связь с появлением месторождений редких металлов.*

***Annotation.** The article discusses the issues of predictive assessment of rare metal-rare earth mineralization of the Azov megablock. Multiphase magmatic and metamorphic activations and differentiation of rock composition make it possible to detect a connection with the appearance of deposits of rare metals.*

Ключевые слова: редкометально-редкоземельное оруденение, Приазовский мегаблок, диапир, дифференциация.

***Keyword:** rare metal-rare earth mineralization, Azov megablock, diapir, differentiation.*

В настоящее время потребность в разведке редкометально-редкоземельных месторождениях существует во всем мире, причем в самых передовых и высокотехнологичных отраслях промышленности. Наиболее значимым в этом плане является Приазовье, где благодаря наличию разведанного уникального Азовского цирконий-редкоземельного оруденения, четко обозначилась металлогеническая специализация в отношении иттрия и иттриевых земель [1].

Изучение промышленных рудных месторождений является не только важной научной проблемой, но и практической целью металлогенических исследований. Результаты заключается в выявлении закономерностей и показателей, которые являются общими для процессов формирования месторождений разного генезиса, и могут применяться на всех стадиях поисково-разведочного процесса. За продолжительный период развития геологоразведочной

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

отрасли достоверность прогнозной оценки ресурсов новых объектов обеспечивалась большим количеством выполняемых работ. Принцип аналогии подтверждал сходство исследуемого месторождения с уже известными эталонными, а принцип исключительности оценивал степень «нестандартности» сочетания факторов, а также их влияния на масштабы ресурсов.

Данная проблема, с практической стороны, тесно связана с экономической эффективностью геологоразведочных работ и имеет большое значение в современных условиях. Несмотря на мощный ресурсный потенциал, в Донбассе отмечается дефицит многих видов минерального сырья. В первую очередь, к ним относятся редкие металлы, являющиеся важным стратегическим видом сырья [2].

Закономерности регионального появления редкометальных рудопроявлений создаются особенностями эволюционного развития крупных блоков земной коры. Площадь Приазовского мегаблока, который относится к субпровинции, составляет 18899 км². В его пределах выделены разномасштабные структуры, соответствующие металлогеническим подразделениям нескольких рангов, начиная от рудных районов, полей и заканчивая рудопроявлениями и месторождениями, выявленными на этих площадях.

Определены две геолого-металлогенические модели Приазовского мегаблока. Первая (геодинамическая) модель по типу активной континентальной окраины андийского типа, с точки зрения тектоники плит, предполагает наличие определенной магматической зональности в направлении от края континента. Она заключается в смене известково-щелочного магматизма, субщелочным, затем щелочным и обусловлена геодинамической обстановкой надвигания континентальной коры на океаническую, независимо от строения субстрата [3]. Подобное проявление зональности действительно наблюдается в Приазовье в направлении с запада, от Орехово-Павлоградской шовной зоны, на восток, вкrest простирания главных структурных элементов геоблока. Зона известково-щелочного магматизма, которой соответствует металлогеническая специализация пород на медь и молибден, наблюдается в Западном Приазовье. Вторая зона представлена гранитами каменноугольного типа, расположенными в Мангушском синклинии. Для них характерны проявления касситерита, бериллий-литиевая и тантал-ниобиевая минерализация. И, наконец, третья зона - щелочные породы Октябрьского массива, которые геохимически специализированы на редкие земли, тантал, ниобий.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Вторая модель объясняет этот факт с позиций нуклеарного строения Земли и наличия мантийных диапиров в основании протоплатформенных блоков УЩ [4]. Формирование Восточно-Приазовского диапира и его максимальная эндогенная активность проявилась в рифее, когда началось развитие Днепровско-Донецкого палеорифта (ДДП) с окончательным формированием в палеозое. В течение этого времени территория Восточного Приазовья, по сравнению с Западным, отличалась повышенной эндогенной активностью, обусловившей большую неоднородность и разнообразие геологического строения. Стабилизация крупных объемов расплава сопровождалась его интенсивной дифференциацией, тектонической и ультраметаморфической перестройкой перекрывающей толщи пород, увеличением их проницаемости, поступлением мантийных флюидов, повышением концентрации рудных элементов [4]. Важным результатом для обеих моделей является то, что главным источником, обуславливающим характерную магматическую и металлогеническую зональность, является глубинный магматизм, обусловленный, в первом случае, геодинамической обстановкой надвигания континентальной коры на океаническую или, во втором, - наличием Восточноприазовского мантийного диапира. Определенно можно сказать, что они отражают общую тенденцию развития Приазовья и петрогенетическую зональность, из которой должно следовать распределение рудных формаций.

Принцип аналогии предполагает, что формирование месторождений какого-либо типа обусловлено действием одних и тех же по своей сути процессов, осложняемых в той или иной мере влиянием местных факторов. Поэтому для всех месторождений, относящихся к одному и тому же типу, должна оставаться в силе единая форма функциональной зависимости, отражающая связь между параметрами ресурсов и признаками оруденения. Если это действительно так, то вариации в значениях признаков будут указывать на соответствующие изменения в масштабах и качестве ресурсов. Одинаковые значения признаков будут предопределять и равенство ресурсов. Традиционно для решения таких задач применяются методы распознавания образов (безэталонной классификации).

Проверка эффективности этих методов осуществлялась на известном в Приазовье Азовском цирконий-редкоземельном месторождении. Процедура классификации была направлена на решение следующих двух задач: определение наиболее близкой редкометальной формации Азовского месторождения; создание

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

геохимического эталона рудных проб Азовского месторождения для решения практической задачи увязки смежных разведочных пересечений на разрезе в единые рудные тела. Для решения обеих задач был разработан пакет программ автоматической классификации (задачи таксономии), предназначенные для функционирования в операционной системе MS-DOS [5].

Основная программа осуществляет автоматическую классификацию объектов. Она заключается в разбиении заданного множества геологических объектов на определенное число классов, в зависимости от их сходства. Если различие между объектами меньше или равно порогу различия, такие объекты считаются похожими (однотипными) и помещаются в один и тот же класс. Если же объекты различаются более чем на величину порога различия, то программа таксономии будет считать их непохожими (разнотипными) и поместит их в разные классы. Результатом работы программы выбора порога различия является зависимость между порогом различия и числом классов, который выделит программа таксономии при данном конкретном пороге различия. Ориентируясь на предварительное число классов объектов, которые содержатся в классифицируемом множестве объектов, можно выбрать конкретное значение порога различия для программы таксономии.

Вспомогательная программа пакета предназначена для оценки качества построенной классификации. Для каждого из классов, выделенных программой таксономии, она определяет среднюю величину различия между всеми его объектами. На основании этих данных можно судить о плотности каждого таксона и качества всей классификации в целом. Чем меньше средняя величина различия между объектами таксона, тем плотнее этот таксон и тем лучше построенная классификация [5].

Результатами проведенной безэталонной классификации являются:

- формационная принадлежность может быть установлена только при наличии признаков всей парагенетической ассоциации пород. На неполном признаковом пространстве автоматизированная классификация не гарантирует однозначного определения формационной принадлежности изучаемых рудопроявлений;
- для различных редкометальных формаций подгруппы щелочных пород информативны различные признаки;
- изменение системы признаков ведет к изменению их относительной информативности;

- формационная принадлежность Азовского месторождения однозначно не устанавливается ни к одной известной редкометальной формации.

Таким образом, с помощью методов, основанных на подобии, можно оценивать только объекты заранее известного типа, так как в зависимости от масштабов прогнозирования и типа объекта меняется набор признаков, характеризующий его. Использование подобного подхода в пределах одного месторождения гарантирует высокую точность классификации, но не позволяет выполнить сравнительную оценку перспективности месторождения.

Исходя из вышеизложенного, следует сделать **вывод**: эволюционное усложнение геологического строения Приазовского блока проявляется в широком развитии многофазных магматических комплексов пород и метасоматитов разнообразного состава. Отмечается усиление дифференцированности состава пород, повышение содержаний редких элементов в наиболее поздних фазах комплексов. Особенно характерно это для Восточного Приазовья, что связано с неоднократной тектоно-магматической активизацией блока как в рифейский период, так и герцинскую и альпийскую эпохи. Подобная ситуация отразилась на разнообразии формационных типов и уровнях рудных концентраций в редкометально-редкометальных месторождениях и рудопроявлениях Восточного Приазовья. Повышение их содержаний от кларковых до промышленных характерно здесь для локальных структур, формирование которых связано с многоэтапной магматической и метасоматической активизацией. Все это позволяет обнаружить формальную связь свойства дифференциации рудного вещества с появлением месторождений редких металлов и редких земель.

Список литературы

1. Шерemet, Е. М. Редкометальные граниты Украинского щита (петрология, геохимия, геофизика и рудоносность) / Е. М. Шерemet, С. Г. Кривдик, Е. В. Седова. - Донецк: «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2014. - 250 с.
2. Седова, Е.В. Региональный прогноз поисков редкометально-редкоземельной металлогенической специализации на примере акцессорных минералов гранитов Восточного Приазовья / Е.В Седова. – Инновационные перспективы Донбасса, г. Донецк, 26-28 мая 2021 г. - Донецк: ДОННТУ, 2021. Т. 6: 1. Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии. – 2021.
3. Каляев, Г.И. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины / Г.И. Каляев. – Киев: Наук.думка, 1984. – 240 с.
4. Оровецкий, Ю.П. Мантийный диапиризм / Ю.П Оровецкий. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 170 с.
5. Волкова, Т.П., Волков А.В. Алгоритмы таксономии в решении задач прогноза редкометального оруденения / Т.П. Волкова, А.В. Волков. - Изв. Донецкого горного института. - 1999. - №2. - С.114-116.

УДК 338.001.36

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

И.В. Филатова
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы, связанные с необходимостью и востребованностью подготовки инженерных кадров на факультете недропользования и наук о Земле*

***Annotation.** The article discusses issues related to the need and demand for training engineering personnel at the Faculty of Subsoil Use and Earth Sciences.*

***Ключевые слова:** инженерные кадры, специальность, рынок труда*
***Keyword:** engineering personnel, specialty, labor market*

Подготовка инженерных кадров – тема постоянного обсуждения на государственном уровне. Вопросы, связанные с подготовкой инженерных кадров, были рассмотрены на парламентских слушаниях «О государственной политике в сфере подготовки инженерно-технических кадров в РФ». В ходе дискуссии было отмечено, что потребности российской экономики в инженерах в полной мере не удовлетворяются. Ежегодно российские вузы выпускают около 200 тысяч инженеров, но более половины идут работать не по специальности.

Смена технологических укладов, появление новых специальностей и профессий, предъявление к существующим новым требований требует расстановки следующих приоритетов: инженерное образование, исследования и разработки, кадровое развитие, цифровое развитие. В связи с чем, важнейшим направлением работы по повышению качества подготовки инженерно-технических кадров должна стать интеграция образования и бизнеса. Также в крупнейших российских вузах должны появиться программы развития, учитывающие потребности рынка труда, которые между собой должны быть связаны стратегическими инициативами, мегапроектами, госпрограммами и национальными проектами.

По данным изучения спроса российских предприятий на инженерные кадры НИУ ВШЭ наиболее востребованы инженеры по

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

гражданскому строительству (8,6%), геодезисты, картографы и топографы (7%), проектировщики-градостроители и проектировщики транспортных узлов (6,2%), инженеры-электроники (5%), инженеры-химики и инженеры-электрики (4,8%).

Тяжелая ситуация складывается и с выпускниками университетов, которые обучались по специальностям горно-геологического профиля. По оценкам экспертов нехватка горных инженеров к 2027-2030 годам будет составлять порядка 6 тысяч [5]. Связано это с тем, что профессия горного инженера в последние годы считается не слишком престижной, на нее, как правило, идут в основном абитуриенты с низким баллом ЕГЭ или низким баллом аттестата. Название укрупнённой двадцать первой группы учебных специальностей сформулировано как «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия». По данной группе готовят геологов, маркшейдеров, нефтяников, геодезистов, землеустроителей... И несмотря на то, что данные профессии считаются более выгодными с точки зрения зарплаты и более престижными с точки зрения имиджа и компетенций, наборы на них незначительные. Как абитуриенты, так и их родители даже не задумываются, что горнорудная отрасль изменилась кардинально. Она стала высокотехнологичной: цифровизация, новые технологии, современное оборудование. А вопрос кадров стоит очень актуально.

В докладе ректора Санкт-Петербургского горного университета Владимира Литвиненко обозначена цифра: дефицит инженеров на горнорудных предприятиях составляет до 80 процентов, дефицит профессиональных менеджеров горного производства – до 60 процентов [2].

В 2022 году по специальности работали 71,5% выпускников, получивших в 2019-2021 годах дипломы о высшем образовании в области инженерного дела, технологий и технических наук.

Наиболее успешными и востребованными в трудоустройстве оказались выпускники вузов, которые обучались по укрупненным группам: 26.00.00 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта» (83,1%); 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика» (78,6%); 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника» (78,1%); 18.00.00 «Химические технологии» (77,4%); 20.00.00 «Техносферная безопасность и природообустройство» (76,9%); 21.00.00 «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия» (75%).

С точки зрения подготовки инженеров и горных инженеров по вышеприведенным укрупненным группам, лидером по перечню направлений подготовки и специальностей является факультет

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

недропользования и наук о Земле ФГБОУ ВО «ДонНТУ», на котором обучаются студенты по инженерным направлениям и специальностям подготовки, таким как 05.03.03/05.04.03 Картография и геоинформатика, 05.03.06/05.04.06 Экология и природопользование, 18.03.01/18.04.01 Химическая технология, 20.03.01/20.04.01 Техносферная безопасность, 21.03.02/21.04.02 Землеустройство и кадастры, 21.03.03/21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, 21.05.01 Прикладная геодезия, 21.05.02 Прикладная геология, 21.05.03 Технология геологической разведки, 21.05.04 Горное дело, 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии.

Рассмотрим перспективы трудоустройства обучающихся и выпускников по вышеприведенным укрупненным группам.

В 2022 году Донецкая Народная Республика прироста освобожденными территориями, на которых находится порядка 39 месторождений твердых полезных ископаемых.

Основными объектами добычи являются: песка – «Краснополянский песчаный карьер», «Войковский карьер» и село Прохоровское Старобешевский район; щебня гранитного – «Дмитриевский гранитный карьер – Астор», «Каранский карьер», «Анадольский гранитный карьер», «Кальчинский гранитный карьер», «Тельмановский карьер» и Стыльское месторождения гранитов в Старобешевском районе; песчаника – «Скорыньское-2, участок 1», «Скорыньское-2, участок 2»; щебня доломитного – «Новотроицкое рудоуправление».

Из них 15 месторождений камня строительного, в основном магматических пород – наиболее востребованные месторождения при восстановлении старых и строительстве новых объектов и дорог.

Донбасс – настоящий клад природного ресурса. И это не только уголь, но и золото, и редкоземельные металлы, в том числе, крайне востребованный ныне литий. Этот металл крайне важен для осуществления энергетического перехода, так как литий используется при производстве аккумуляторных батарей большой емкости.

В настоящий момент ученые проводят оценку потенциала нахождения углеводородов в северной части азовского побережья, анализируют архивные данные. Еще северная часть Азовского побережья интересна тем, что там находятся богатые месторождения нефти и газа.

Исследуя весь Донбасс, можно сделать еще много сенсационных открытий. Регион всегда интересовал ученых, прежде всего, как источник энергетического угля.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

В связи с этим возникает острая необходимость в специалистах горно-геологического профиля – маркшейдерах, геологах, разведчиках недр, экологах, химиках.

В современном обществе одной из важных и востребованных областей деятельности является производство точных измерений и анализ пространственных данных. Стремительное развитие технологий и рост городов создают потребность в специалистах, которые могут разгадывать геометрические головоломки и строить карты будущего. К таким специальностям относятся – геодезисты, маркшейдеры, геоинформатики, геологи, разведчики недр.

Необходимость и востребованность данных специальностей подтверждается:

- ростом строительной индустрии и технологическими инновациями;
- обеспечением безопасности и устойчивости строительства, предотвращением возможных геологических и инженерно-геологических проблем;
- потребностью в точных пространственных данных и сведениях о земной поверхности;
- обеспечением точности геопространственных данных, которые используются в различных отраслях, от строительства до геоинформационных систем;
- способностью работать с современными инструментами и технологиями, такими как глобальные навигационные спутниковые системы, лазерные сканеры, беспилотные летательные аппараты и геоинформационные системы;
- способностью оптимизировать маршруты строительства и выбора оптимальных мест для размещения объектов, что сокращает риск возникновения экологических чрезвычайных ситуаций;
- осуществлением специальных, исполнительных, контрольных, разрешительных и надзорных функций при производстве геодезических, гравиметрических, топографических, маркшейдерских работ и инженерных изысканий, картографических и кадастровых работ, создание цифровых, электронных карт и геоинформационных систем.

Россия – огромная страна, ресурсы которой нам только предстоит в полной мере изведать. Горнодобывающая сфера не стоит на месте. в отрасли проводятся серьезные модернизации, направленные на автоматизацию части процессов маркшейдерского дела и геологии. Для горных инженеров создаются достойные условия труда, с соответствующей рискам заработной платой. Преодолеть небольшой

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

спад в горнодобывающей сфере невозможно без подготовленных, образованных и мотивированных маркшейдеров, геологов, специалистов геологоразведочных работ.

Исследование соискателей на рынке труда может помочь работодателям понять, какие качества и навыки наиболее востребованы у кандидатов. Так изучение рынка труда и анализ мнения работодателей привели к тому, что после достаточно большого промежутка времени на факультете решено было возвратиться к обучению студентов по востребованной и перспективной специальности прикладного геодезического направления 21.05.01 Прикладная геодезия, а по направлению подготовки 21.03.02/21.04.02 Землеустройство и кадастры заявить профиль/направленность «Кадастр недвижимости».

Основными видами деятельности данных направлений являются: землеустройство и охрана земель, ведение Государственного земельного кадастра, лицензирование геодезических и картографических работ, землеустроительных и землеоценочных работ, Государственная экспертиза землеустроительной документации, оценка земель, инженерно-геодезические изыскания, геодезический мониторинг, лазерное 3D-сканирование, реверс-инжиниринг, кадастровые работы, разработка проектов планировки и межевания территории, разработка геоинформационных систем и т.д.

Инженерная геодезия, как инструмент в руках грамотных специалистов, позволяет выполнять инженерно-геодезические работы, связанные с разработкой методов и способов выполнения геодезических измерений, проводимых в процессе проектирования, строительства и эксплуатации различных инженерных сооружений, выверять степень деформации сооружений, обеспечивать строительство зданий и сооружений в точном соответствии с проектом. А специалисты данной специальности крайне необходимы для восстановления разрушенной инфраструктуры и строительства новых объектов Донецкой Народной Республики.

Вопросы, связанные с перспективами подготовки специалистов для восстановления и развития Донецкой Народной Республики являются актуальным и своевременным в современных реалиях.

Список литературы

1. В ДНР ведут переговоры по поводу проведения ГРП и поиска углеводородов в Азовском море <https://neftegaz.ru/news/Geological-exploration/803513-v-dnr-vedut-peregovory-po-povodu-provedeniya-grp-i-poiska-uglevodorodov-v-azovskom-more/>

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

2. Горная отрасль в тисках дефицита кадров. Часть 1. Как преодолеть кадровый голод?:

https://www.prometall.info/ludi/experti/gornaya_otrasl_v_tiskakh_defitsita_kadro_v_chast_1

3. Кладезь ресурсов: чем богат Донбасс <https://smotrim.ru/article/3749790>

УДК 553.59

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КАМНЕЙ ДОНЕЦКОЙ
ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ДОНБАССА С
ПРИАЗОВСКИМ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ МАССИВОМ)

Ю.А. Проскурня
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** Охарактеризованы месторождения строительных камней, расположенные в зоне сочленения Приазовского кристаллического массива и Донецкого складчатого сооружения – месторождений щебня, цементного, керамического, кирпично-черепичного сырья, облицовочных камней и др. Также дана характеристика техногенных месторождений Донбасса, которые могут использоваться в строительной индустрии.*

***Annotation.** The deposits of building stones, which are located in the area of the junction zone of the Azov crystal massif and the Donetsk folded structure – deposits of crushed stone, cement, ceramic, brick and tile raw materials, facing stones are characterized. The characteristics of technogenic deposits of Donbas region, which can be used in the construction industry, are also given.*

***Ключевые слова:** минерально-сырьевая база, нерудное сырье, техногенные месторождения.*

***Keyword:** mineral resource base, non-metallic materials, technogenic deposits.*

Экономический потенциал государства во многом определяется наличием на его территории разнообразных полезных ископаемых. Недра Донбасса включают различные виды полезных ископаемых, на которых работают базовые отрасли промышленности региона.

Широко в области представлены нерудные полезные ископаемые. Нерудными полезными ископаемыми являются различные минералы и горные породы, которые применяются в различных отраслях промышленности в естественном виде или после некоторой их обработки, исключая металлургический процесс.

В отличие от рудного сырья, ценность которого определяется содержанием полезного компонента в руде, качество неметаллического сырья зависит от его физико-химических и

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

технологических особенностей, минерального состава и возможности получения из него различных продуктов и материалов. Как правило, такое сырье может иметь многоцелевое назначение. Физические и технологические свойства у неметаллических ископаемых изменчивы даже в пределах отдельных месторождений, что сильно сказывается на их промышленной ценности.

В настоящее время неметаллические полезные ископаемые, наряду с горючими, доминируют в использовании природных минеральных ресурсов. Мировая добыча только строительных материалов составляет около 9000 млн.т. в год, других неметаллических ПИ – около 750 млн.т [1].

В качестве естественных строительных материалов широко используются различные магматические, метаморфические и осадочные породы. Главными физико-механическими показателями, определяющими практическую ценность этих пород, являются механическая прочность, плотность, объемная масса, вязкость, морозостойкость, водопоглощение, размягчаемость, твердость, цвет, способность полироваться и др.

Наиболее часто используются в строительстве различные магматические породы - граниты, базальты, габбро, андезиты и т.д. Из них получают облицовочные, штучные и бутовые камни, щебень, брусчатку. Из осадочных горных пород в качестве естественных строительных материалов используются известняки, известняки-ракушечники, гравийно-песчаные породы, песчаники.

На территории ДНР существует острая необходимость в строительных материалах в связи с восстановлением жилых и промышленных объектов, со строительством, реконструкцией и ремонтом зданий и сооружений, объектов промышленности, транспортной и инженерной инфраструктуры. Поэтому, промышленность строительных материалов является одной из приоритетных отраслей экономики нашего региона.

В пределах Донецкой области наиболее распространенными строительными материалами являются докембрийские выветрелые породы Приазовского кристаллического массива и зоны его сочленения с Донбассом (граниты, граносиениты, гранодиориты и др.), а также осадочные образования – песчаники и известняки каменноугольного возраста. Их выходы на дневную поверхность приурочены, в основном, к бассейнам рек Кальмиус и Кальчик. В Донецкой области насчитывается 33 месторождения строительного камня, из них 11 – песчаника и 18 – кристаллических пород (гранит, граносиенит, диоритов и др.) [1].

Зона сочленения Донбасса с Приазовским кристаллическим массивом или Волновахская тектоническая зона представляет собой западную часть региональной субширотной Южнодонбасской зоны глубинного разлома, расположенной на границе современной области распространения палеозойских образований и пород докембрия Приазовского блока УЩ. Зона, ограниченная на западе субмеридиональным Криворожско-Павловским сбросом и на востоке поперечной Грузско-Еланчикской зоной разломов, прослеживается на 60 км. В строении зоны можно выделить: а) докембрийский структурный этаж, представленный разнообразными метаморфическими породами, ограничивающими ее с юга и выходящими на поверхность в центральной части в виде узкого Стыльского горста, вытянутого в широтном направлении; б) герцинский структурный этаж, в состав которого входят разнообразные вулканогенно-осадочные образования девона - терригенные осадки эйфельского яруса, карбонатные осадки и основные эффузивы живетского яруса, а также терригенно-вулканогенные породы франского и фаменского ярусов. Последние несогласно с глубоким размывом перекрываются карбонатными породами нижнего карбона, местами залегающими непосредственно на докембрийских кристаллических образованиях. Выше по разрезу находятся верхневизейские, намюрские и среднекаменноугольные угленосные породы. Толщи перекрыты чехлом кайнозойских отложений, развитых, главным образом, в западной и восточной частях зоны.

Зона сочленения Донецкого прогиба и Приазовского кристаллического массива является наиболее крупной разрывной структурой района, заложенной в среднем-верхнем девоне по разрывам древнего заложения. Характеризуется она крупными тектоническими нарушениями, мелкой складчатостью, проявлениями магматизма. В пределах района наиболее крупными и хорошо выраженными блоковыми структурами, прошедшими стадию интенсивного развития и формирования в девонское время, являются Южно-Донецкий грабен, Стыльский и Еланчикский горсты, отделяющиеся на всем протяжении долгоживущим Южно-Волновахским разломом. В пределах описываемой площади выделяются следующие системы разломов: субширотная, субмеридиональная и северо-восточная. К субширотным относятся Васильевский, Южно-Волновахский, Волновахский, Северо-Волновахский сбросы. Субмеридиональные разломы представлены Александринским, Новотроицким, Горняцким сбросами. Велико-

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Анадольский надвиг, Викторовский и Камышевахский сбросы относятся к северо-восточным структурам [2].

К строительным полезным ископаемым Приазовья и зоны сочленения относят:

- гранитоиды хлебодаровского и анадольского комплексов - (Караньское, Гранитное, Дмитриевское, Старокрымское, Андреевское, Первомайское, Стыльское, Анадольское и др. месторождения), которые используются как сырье для производства щебня и бутового камня.

- первичные и вторичные каолины - Владимировское месторождение вторичных каолинов, месторождения первичных каолинов - «Белая Балка», Новоандреевское, Трудовое, Мануильское, Катериновское, которые являются керамическим сырьем.

- пески - Кранополянское, Каракубское, Белосарайское, Прохоровское месторождения строительных песков, которые могут использоваться для изготовления строительных растворов, в качестве заполнителя для бетона, для производства силикатного кирпича и др., а также Пречистовское месторождение стеклянных песков.

- декоративно-облицовочные камни, которые могут использоваться для наружной и внутренней облицовки, строительно-дорожных изделий, монументов - Стрелецкое, Староласпинское, Хлебодаровское месторождения черного граносиенита, Чердаклинское и Терновское месторождения сиенитов, Новоигнатовское месторождение порфирита, месторождения розового гранита в пос. Мирный, Стыльское и Первомайское месторождение красного гранита, Стыльское месторождение черных мраморизованных известняков [3].

- базальты, которые являются сырьем для производства каменного литья и искусственных минеральных волокон – Камышеватское месторождение базальта.

- кирпично-черепичное сырье – Мариупольское месторождение суглинков и глин, Новоазовское месторождение суглинков, Первомайское месторождение суглинков и песков, Шевченковское месторождение глин, которые могут использоваться как сырье для производства облицовочного и строительного кирпича, а также керамической плитки.

В качестве сырья для изготовления строительного кирпича на территории Донецкой области используют неогеновые и четвертичные глины и суглинки, нижнепермские и верхнекарбоновые аргиллиты и алевролиты, а также среднекаменноугольные сланцы. За исключением четвертичных глин и суглинков все разновидности

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

являются высококачественным сырьем, обеспечивающим получение строительного кирпича марок «100» – «150». В области насчитывается 64 месторождений кирпичного сырья с общими запасами 191 млн. м³.

Донецкий регион, кроме первичного минерального сырья, богат техногенными месторождениями вторичных минеральных ресурсов. Скопления вторичного минерального сырья сосредоточены на поверхности, на ограниченной площади и легкодоступны для переработки. В отвалах эксплуатируемых месторождений полезных ископаемых, отходах металлургического производства, тепло- и гидроэлектростанций в больших количествах накоплены мелкие фракции основного сырья или продукты его переработки, которые могут быть использованы для производства цемента, бетона, стекла, кирпично-черепичного сырья, шлакоблоков и других строительных материалов.

Значительный интерес для стройиндустрии представляют терриконы угольных шахт. Более чем за 200 лет добычи каменных углей и антрацитов в Донбассе накоплено 1257 терриконов общим объемом 1056519,9 тыс. м³. Породы терриконов, особенно глинистые сланцы, являются новым видом техногенного минерального сырья, которое может быть экономически и экологически эффективно использовано для изготовления строительного кирпича, керамических изделий, стенового материала, бетонных заполнителей и других целей [4].

Наибольшее использование в различных странах мира нашли горелые породы, содержащие минимальное (менее 5%) количество углистых примесей и минеральную глинисто-песчаную часть, обожженную в той или иной степени. Старые и полностью перегоревшие шахтные терриконы Донбасса содержат горелые породы высокого качества, которые образовались в результате естественного обжига под влиянием высоких температур (до 1000°C). Особенность горелых пород – высокая микропористость и, как следствие, появления микрощелей при самообжиге. Кроме того, они обладают достаточно высокой адсорбционной активностью. Благодаря этим свойствам они являются хорошими наполнителями для асфальтового вяжущегося и различных мастик. Физико-механические свойства горелых пород позволяют использовать их в строительстве, для устройства тротуаров, автодорог, при устройстве нижнего слоя двухслойных оснований под асфальтобетонные покрытия, в качестве заполнителей в обычных бетонах, для производства крепежных бетонитов – блоков разной величины и

массы особой формы, применяющиеся в угольной промышленности для крепления горных подземных выработок.

Т.о., в связи с развернувшимися в ДНР восстановительными работами остро стоит проблема обеспечения региона строительными материалами. Удовлетворить растущие потребности в данном виде минерального сырья позволит своевременная подготовка и освоение новых месторождений, а также расширение минерально-сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий.

Поэтому, вовлечение в эксплуатацию месторождений строительного камня, является весьма актуальной задачей для устойчивого развития нашего региона.

Список литературы

4. Мінерально-сировинні ресурси у стратегії розвитку економіки Донецької області на період до 2020 року/Жикаляк М.В., Панов Б.С., Стрекозов С.М., Тетянчук П.С.//Наукові праці Донецького державного технічного університету, серія: гірничо-геологічна, вип.45, Донецьк, Донату, 2002. –С.3-10.

5. Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Приазовья. - Киев: Наукова думка, 1981. – 432 с.

6. Проскурня Ю.А. Лобкова И.А Месторождения декоративно-облицовочных камней Донецкой Народной Республики //Материалы 6-й Международной научно-практической конференции «Инновационные перспективы Донбасса». Том 6. Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии г. Донецк 26-28 мая 2020 года – Донецк: ДонНТУ, 2020 – с.54-58.

7. Алехин В.И., Мигуля П.С., Проскурня Ю.А. Минералогическо-петрографические и эколого-геохимические особенности пород терриконов Донбасса (на примере Донецко-Макеевского промышленного района) // Сб. научн. тр. НГА Украины. – Днепропетровск. – 1998. – Т. 5, №3. – С. 35-39.

УДК 622

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
ИНЖЕНЕРОВ – МАРКШЕЙДЕРОВ

В.В. Мирный, А.В. Тонофа
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

Аннотация. В докладе рассмотрены методы совершенствования технологии практической подготовки инженеров-маркшейдеров и обеспечение маркшейдерско-геодезических работ с применением масштабирования результатов полевых измерений, реализация и практическое освоение которой необходимо для будущих инженеров-маркшейдеров шахт и рудников, ведущих подземную разработку полезных ископаемых.

Annotation. The article is devoted to methods of improving the technology of practical training of engineers-surveyors and providing surveying and geodetic works using scaling of field measurement results, the implementation and practical development of which is necessary for the development of future engineers-surveyors of mines and mines conducting underground mining of minerals.

Ключевые слова: высшая геодезия, практика, технологии, инженер-маркшейдер

Keywords: higher geodesy, practice, technology, engineer-surveyors

Учебными планами предусмотрено прохождение учебной практики по дисциплине «Высшая геодезия и основы фотограмметрии» на старших курсах по образовательной программе специалитет 21.05.04 Горное дело специализации «Маркшейдерское дело». Практическая подготовка студентов играет существенную роль в подготовке будущих инженеров-маркшейдеров шахт и рудников, ведущих подземную разработку полезных ископаемых. Необходимо подчеркнуть, что на территории Донбасса сосредоточено огромное количество месторождений, разрабатываемых открытым способом (карьерами, разрезами). Маркшейдерское обеспечение этих работ требует также знание и владение методикой работ, изучаемых в указанной дисциплине. Освоение предмета «Высшая геодезия и основы фотограмметрии» может быть поставлена только при

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

фундаментальной теоретической и практической подготовке студентов в период обучения в университете.

В прошлые времена (до 2014 года) это обеспечивалось специальной учебной практикой, выполняемых в районе с достаточно густой геодезической сетью. Это требовало больших затрат и организационной работы большого штата преподавателей. Поэтому кафедрой маркшейдерского дела им. Д.Н. Оглоблина в ДонНТУ была построена специальная сеть на территории г. Донецка. Пункты этой сети располагались на старых шахтных терриконах, которых вполне достаточно в нашем городе, особенно на его окраинах.

Однако, в настоящее время, нахождение студентов во время практики на открытых вершинах запрещено. Поэтому, учебная практика обеспечивается только одним видом геодезических работ (полигонометрией), проводимых во дворах учебных корпусов. Это сильно обедняет практику и, главное, не обеспечивает освоение важных для маркшейдера специальных геодезических работ (трилатерация, триангуляция, высокоточное измерение базисов и др.).

В докладе описана возможность обеспечения этих работ с применением своеобразного масштабирования результатов полевых измерений. Во дворе учебных корпусов, общежитий и административных зданий силами студентов и преподавателей кафедры маркшейдерского дела сооружен специальный полигон, детализации отдельных фрагментов (рис.1) и конструкция которого показана на рис.2.

Предполагается закрепить на местности пункты, указанные на схеме. Конструкция пунктов достаточно простая и представляет собой стержень длиной 0,5м с отверстием в торце, просверленным 10мм. Стержень бетонируется на глубину 0,7м. Более конкретно вопрос решается при наличии конкретного материала.

На одном из пунктов (на схеме он обозначен номером IX) устанавливается металлический наружный знак в виде металлической трехногой пирамиды. Его установка такова, что с центра этого пункта не были видны хотя бы два пункта, но с этих пунктов должна быть вершина этой пирамиды. Студентам потребуется практически определить элементы центрировки и редукции. На схеме пункты сети обозначены римскими цифрами. Обычно, пунктам присваиваются названия, соответствующие близким объектам.

Большое количество пунктов и направлений дает возможность каждой бригаде самостоятельно отнаблюдать данную преподавателем часть схемы и выполнить все контроли как в полевых измерениях, выполняя все требования действующих инструкций и других

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

нормативных документов. При выполнении полевых измерений инструмент устанавливается и центрируется на штативе с помощью шнуrowого отвеса.

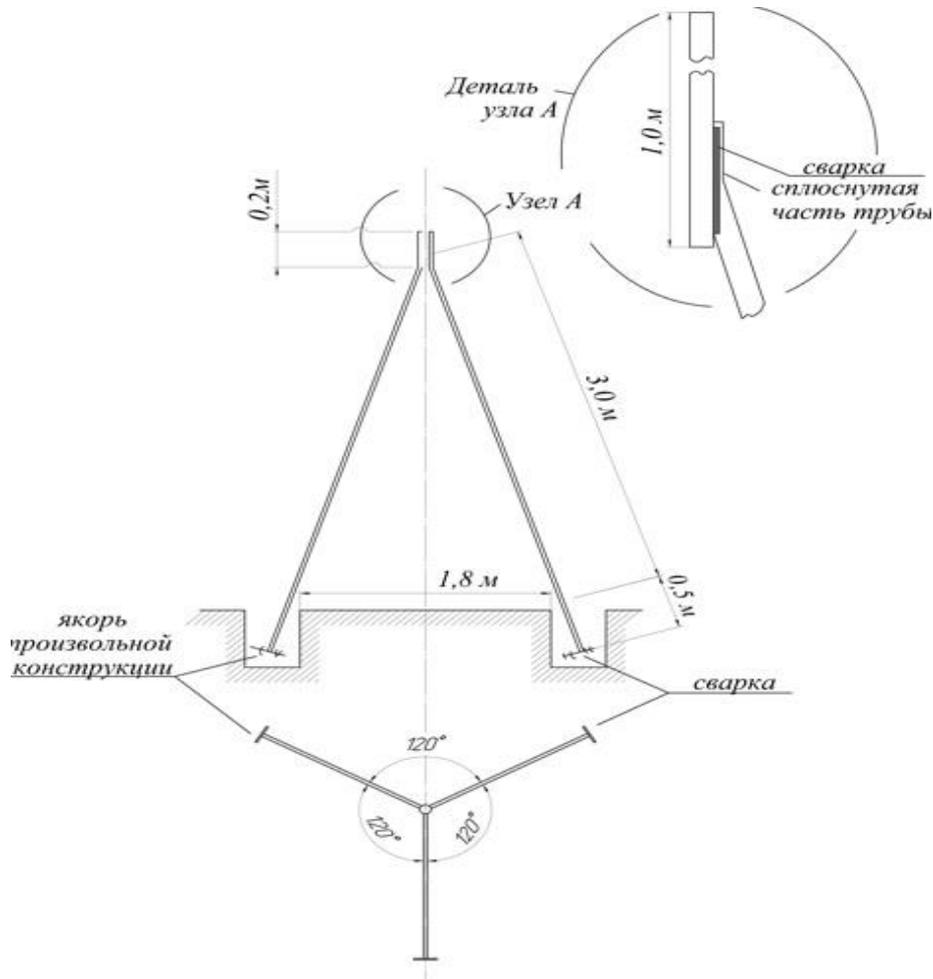


Рисунок 1 – Детализация элементов плановой сети

Допускается выполнение оптического центрирования, если оптический центрир поверен. В качестве визирной цели, в зависимости от видимости, могут быть использованы: заостренный карандаш, гвоздь, отцентрированный штатив со свисающим отвесом, установленным на штативе с оптическим центриром. Также применяются механический центрир (несколько экземпляров имеется на кафедре маркшейдерского дела). Важно также приготовить достаточное количество полевых журналов для записи измерений и полевых контролей.

Необходимо обратить особое внимание на выполнение линейных измерений. На схеме они обозначены двойными линиями. Обычно эти измерения выполняют все студенты группы, проходящей

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

практику. Для этого существуют комплекты базисных приборов, которые имеются на кафедре (БП-1, БП-2, БП-3 – в зависимости от класса точности). На кафедрах маркшейдерского дела и геодезии есть БП-3. Базисные измерения давно не выполняются и требуют определенной подготовки и тренировки. Базисные (линейные) измерения могут быть выполнены также электронно-оптическими дальномерами, обеспечивающими необходимую точность, которая задается преподавателем в соответствии с требованиями инструкции.

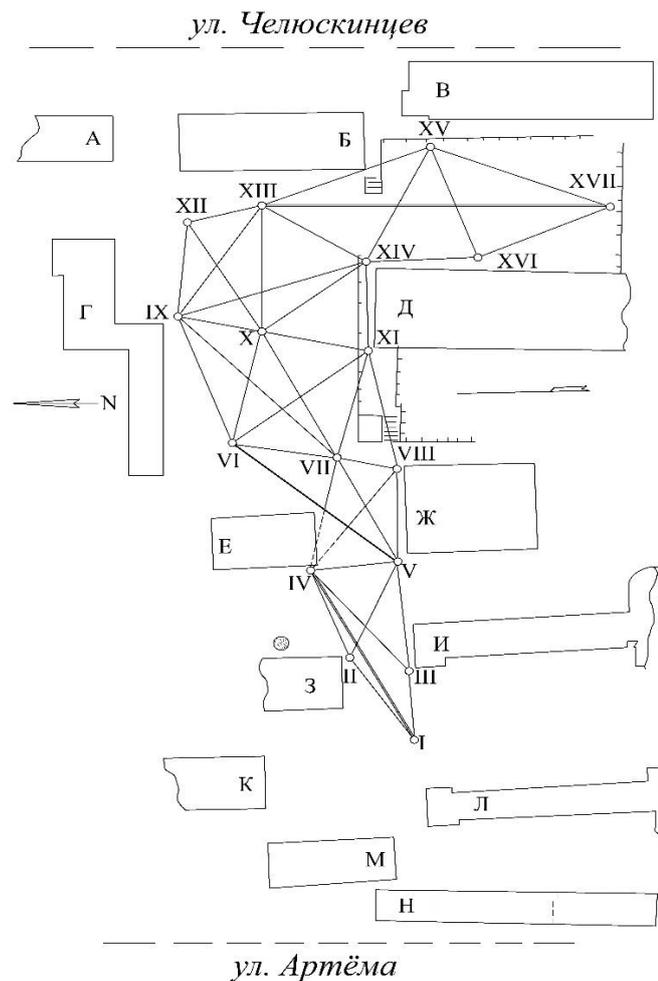


Рисунок 1 – Ситуационный план:

I – Начало; II – Котельная; III – ДПС; IV – Бассейн; V – Столовая; VI – Угол; VII – Сквер; VIII – Лестница; IX – Больница; X – Центр; XI – Манеж; XII – Край; XIII – Ось; XIV – Разворот; XV – Подпорка; XVI – Стена; XVII – Химик.

Очевидно, понятно, что методика выполнения и обработки угловых измерений соответствует классу выполняемых работ. Обычно, студентов ориентируют на методику 4-класса триангуляции

или аналитической сети. Для выполненных (по старой методике) базисных (или линейных) измерений в измеренные на схеме длины каждой бригаде преподаватель вводит индивидуальный дробный коэффициент, который приводит данные бригады к рекомендованным для данного класса сети величины длины стороны. Далее все вычисления вплоть до вычисления координат у каждой бригады будут свои.

Необходимо отметить, что создание учебного полигона на территории кафедры соответствует требованиям безопасности при выполнении работ и может служить многим поколениям обучающихся студентов-маркшейдеров. На полигоне могут проводиться учебные занятия по темам: триангуляция, трилатерация, базисные (линейные) измерения, определение элементов приведения и т.д. Показанные на схеме направления дают возможность преподавателю при выдаче задания давать бригаде конкретную часть схемы, убирая отдельные направления, упрощая схему. Приведенная на рис.1 схема является полной и при выдаче задания бригаде может конкретизироваться. Желательно, чтобы объем измерений осуществлялся между двумя базисными линиями. Это обеспечивает повышение точности и дает дополнительное условие в составление уравнений. Если описанная схема будет создана и будут выполнены эталонные (не студенческие) измерения, можно организовать исследовательские работы, в том числе НИР. Создание полигона носит научно-методический характер, но не исключает дальнейшие научные исследования.

Список литературы

1. Соловицкий, А. Н. Геодинамический анализ: Прикладная динамическая геодезия [Текст]. Кемерово: КузГТУ, 2001. – 158 с.
2. Маркшейдерское дело: Учебник (учебное электронное издание) / В.Н. Гусев, А.Г. Алексенко, Е.М. Волохов, В.А. Голованов, В.В. Зверевич, В.А. Киселев, Е.А. Правдина. // Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2016. – 447 с
3. Гусев, В. Н. Подготовка инженеров-маркшейдеров в условиях развитых цифровых технологий / В. Н. Гусев // Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса : Сборник научных трудов II Всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург, 27–28 сентября 2018 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2018. – С. 325-331.
4. Соловицкий, А. Н. Интегральный метод контроля напряженного состояния блочного массива горных пород [Текст]: под ред. П.В. Егорова. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2003. – 260 с.

УДК 622.837:622.838

ГЕОМЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКТИВИЗАЦИИ СДВИЖЕНИЙ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ
ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАССИВА

Е.А. Бардакова, Ф.М. Голубев
ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ
И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В статье приведены подходы к разработке модели, позволяющей учитывать влияние затопления различных горных пород на параметры сдвига. На основании существующих представлений об изменении свойств горного массива при увлажнении, разработана конечно-элементная модель сдвига земной поверхности при затоплении очистной выработки.*

***Annotation.** The article presents approaches to the development of a model that allows taking into account the influence of flooding of various rocks on the parameters of displacement. Based on the existing ideas about the change in the properties of the mountain range during humidification, a finite element model of the movement of the earth's surface during flooding of the treatment work has been developed.*

***Ключевые слова:** увлажнение, ликвидация, конечно-элементная модель, зона водопроводящих трещин, активизация сдвижений, затопление выработок.*

***Keywords:** humidification, liquidation, finite element model, zone of water supply cracks, activation of displacements, flooding of workings*

Затопление угледобывающих предприятий в различных масштабах производится во всех угленосных районах Донбасса. Применяемый для прогноза активизации сдвижений на территории Донбасса нормативный документ [1] включает общие описания методик прогноза, однако недостаточно четко регламентирует граничные условия расчетов.

Для уточнения параметров сдвига земной поверхности при затоплении массивов с различным литологическим составом, следует основываться на экспериментальном определении изменения прочностных характеристик образцов горных пород при их

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

влажносодержании. В условиях отсутствия достаточной нормативной базы вызывают интерес подходы, описанные в работах [2,3].

Наличие указанных данных позволяет разработать конечно-элементную модель сдвижения земной поверхности при затоплении горных выработок ликвидируемых шахт Донбасса.

Горные породы в угленосных свитах Донбасса расположены крайне неравномерно, песчаные сланцы могут занимать от 8 до 55% углепородного массива. Аналогичный перепад можно наблюдать с песчаниками и глинистыми сланцами (рисунок 1).

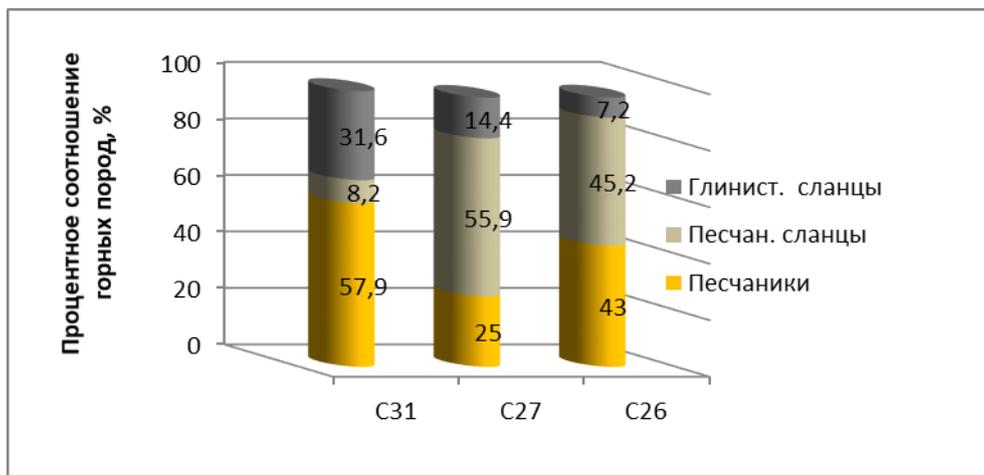


Рисунок 1 – Соотношение горных пород в основных свитах Донбасса

У песчаников, песчано-глинистых сланцев и углей прочность на сжатие при увлажнении снижается по различным зависимостям. Наибольшее снижение прочности на сжатие наблюдается у глинистых сланцев до 57 %.

На основании данных об изменении физико-механических свойств горных пород при увлажнении, приведенных в [2-4] была разработана конечно-элементная модель.

В основу модели заложены принципы суперпозиции сил (2-ой и 3-ий закон Ньютона-ускорение свободного падения), упрощенная форма закона Кулона-Мора (выражает взаимосвязь устойчивости объекта к сдвигу), основные законы регламентирующие деформации в упругом теле (закон Гука). В качестве исходных данных для модели задавались следующие физико - механические показатели: модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, удельное сцепление, угол внутреннего трения, плотность.

Моделируемая глубина затопляемой очистной выработки 696 м, параметры лавы 1000*200 м.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Над лавой моделировалось 2 зоны: зона беспорядочных обрушений; зона водопроводящих трещин. Боковые границы зоны определялись углами полных сдвижений, а высота определялась как 70 мощностей выемочного пласта. В результате в модели формировалась зона в виде трапеции, в пределах которой свойства горных пород в процессе увлажнения изменяются в наибольшей степени.

Расчет производился в объемной постановке. Результаты расчетов интерпретировались по сечениям в пределах мульды сдвижений. Полученные схемы оседаний приведены на рисунке 2.

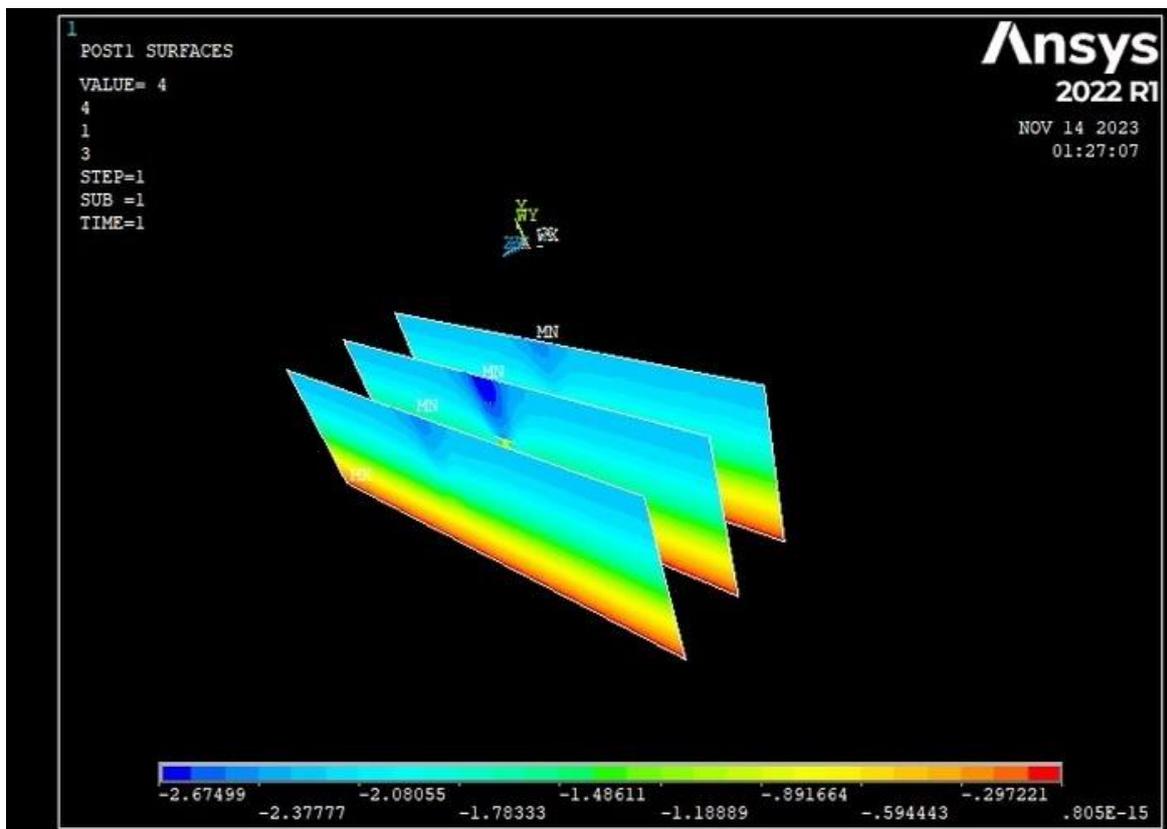


Рисунок 2 – Характер сдвижения земной поверхности при ее подработке одиночной очистной горной выработкой

Размеры зон влияния лавы на поверхность, параметры граничных углов и абсолютные величины оседаний в модели свидетельствуют о ее адекватной работе. Это позволяет использовать модель в качестве прогнозной для определения характера деформаций земной поверхности при затоплении.

Для моделирования затопления изменялись свойства горного массива в зоне водопроводящих трещин согласно закономерностям,

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

4. Янукович, В. Ф. Решение геоэкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт / В. Ф. Янукович, Н. Я. Азаров, А. Д. Алексеев, А. В. Анциферов, Е. И. Питаленко. – Донецк: «Алан», 2002. – 480 с.

УДК 622.837:622.838

**ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЗАКРЫТИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ
ДОНБАССА, И ПУТИ ИХ РАЗРЕШЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ
УСЛОВИЯХ**

А.В. Тонофа, А.А. Канавец
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В статье освещены основные проблемы, возникающие при закрытии шахт Донбасса в современных условиях и дальнейшие перспективы их восстановления. Обозначены меры по предотвращению и снижению степени негативных последствий в ликвидационный период.*

***Annotation.** The article highlights the main problems that arise when the mines of Donbass closed in modern conditions and further prospects for their restoration. Measures to prevent and reduce the degree of negative consequences during the liquidation period outlined.*

***Ключевые слова:** ликвидация шахт, затопление, угольная промышленность, восстановление*

***Keywords:** mine liquidation, flooding, coal industry, restoration*

Донбасс долгие годы считался крупным промышленным центром, в том числе из-за залежей полезных ископаемых. Многие области ДНР расположены в Донецком угольном бассейне – территории, богатой месторождениями угля. Разведанные запасы угля на Донбассе оцениваются в 47 млрд.т., прогнозные ресурсы – еще 30 млрд. До 2014 года на Донбассе работали 93 шахты, две трети из которых впоследствии были закрыты, процесс ликвидации которых, на сегодняшний день, набирает обороты.

Ранее, экономическая нецелесообразность добычи угля на шахте практически не влияла на принятие решением о её закрытии, а продолжительность процесса закрытия шахты составляла 10 лет и более. Закрытие шахты осуществлялось за счет основной производственной деятельности угольного объединения.

Если ранее фактически единственной причиной закрытия угольного предприятия была полная отработка продуктивных запасов, то сейчас всё более веским аргументом стала технико-экономическая несостоятельность или особая убыточность шахты. И на практике,

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

этот аргумент, нередко формируется не только на основе серьёзных расчетов и прогнозных оценок, а в результате разного рода субъективных представлений. Поэтому, видимо не случайно, не мало закрытых, закрываемых или намеченных к закрытию шахт имеют промышленные запасы 5-10 млн. т., а иногда и более. А это безвозвратные потери, оценить которые ни в материальном, ни в нравственном плане сейчас мы просто не в состоянии. И это одна из проблем, связанных с закрытием шахт. В конечном итоге, правы те специалисты, которые считают, что по большому счету закрытие шахты должно быть обусловлено полной отработкой запасов угля и сопутствующих полезных ископаемых. Другие причины носят временный характер и не могут быть в достаточной мере оправданием происходящего. А если уже принимается решение о закрытии шахты по причине её неперспективности, то это должно делаться на основании действительно серьёзных экономических расчетов и оценок, обязательного прогноза и учета экономических и социальных последствий, разработки эффективных превентивных мер по их смягчению.

Наряду с социальными и экономическими проблемами возникает серьезная экологическая проблема безопасной эксплуатации земной поверхности в окрестности закрываемых шахт. Активизация сдвижений земной поверхности в результате затопления закрываемых угольных шахт в Донбассе носит массовый характер. Актуальность проблемы усиливается тем, что закрываемые шахты, как правило, расположены в черте городов и поселков с развитой инфраструктурой.

Закрытие шахты ставит вопросы о выборе рационального способа её ликвидации: «мокрая» – при полном естественном заполнении выработанного пространства с последующим вероятном подтоплении территории и «сухая» – при сохранении шахтного водоотлива или комбинированная – при поддержании уровня воды в ликвидированной шахте на определенной отметке. Одним из центральных вопросов при этом является обеспечение гидробезопасности соседних, еще действующих шахт.

Способы ликвидации существенно разнятся по сложности, затратам и эффективности с учетом возможных последствий в постликвидационный период. Поэтому их сравнительные достоинства, недостатки и условия применения следует рассматривать комплексно как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

В условиях Донбасса с чрезвычайно высокой природной и техногенной нарушенностью горного массива, со сложной

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

многопластовой гидродинамической системой представляется целесообразным идти не по пути управления водотоками подземных вод, а поддержания их пьезометрического уровня на заданной высоте в конкретных условиях. Таким образом, предпочтение в общем случае следует отдавать комбинированному способу физической ликвидации шахт. И в этом отношении были бы весьма полезным опыт Российской Федерации.

В экологическом отношении сложным вопросом является так же предупреждение несанкционированного и неконтролируемого выхода шахтных газов на поверхность, что приводит к загазированию объектов поверхности и почвенного слоя, скоплению метана в заглубленных частях зданий, подвалах, подпольях, гаражах, погребках и что нередко является причиной пожаров и взрывов.

Основными мерами предупреждения остаются отвод метана через газоотводящие трубопроводы, закладываемые в стволах при их ликвидации, а также через скважины, пробуренные в опасных и угрожаемых зонах: дегазация выработанного пространства через специально пробуренные скважины, дополнительная изоляция других выработок путем их тампонирувания.

Особую угрозу представляет подтопление земной поверхности, когда выход на поверхность подземных и шахтных вод вызывает затопления, засоления и заболачивание территорий, подтопление населенных пунктов и промышленных зон с вредными производствами, насыщение токсичными веществами вод, поступающих в водоемы и водотоки на поверхности.

Предупреждение и локализация аварийных ситуаций при подтоплении земной поверхности должны предусматривать не только поддержание уровня критического подтопления, но одновременно и инженерную подготовку территорий к дренированию путем проведения к вертикальным стволам закрытых штолен, устройства в стволах и скважинах водопонижающих насосных станций, горизонтального дренажа за счет прокладки перфорированных асбоцементных труб, бурения самоизливающихся скважин в местах близких к водотокам и др.

Социально-экономические последствия закрытия шахт – процесс трудный и дорогостоящий. Анализ проектов закрытия шахт показал, что если затраты на физическое закрытие большинства шахт занимают в общей стоимости ликвидации 10-30%, на обеспечение экологической безопасности – 14-35%, то на преодоление негативных социально-экологических последствий от 35 до 75%.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Для предотвращения негативных последствий ликвидаций шахт и дальнейшего восстановления угольной промышленности, необходимо по крупицам собирать, изучать, и обобщать позитивный опыт решения проблем, связанных с закрытием угольных шахт, а инженерно-технологические решения основывать на научных результатах, полученных в условиях и для условий, прежде всего, Донбасса. И все же некоторый позитивный опыт Российской Федерации в реализации программ конверсии угледобывающих регионов, развития предприятий нового типа, повышении квалификации работников угольных предприятий, обеспечении социальных гарантий, а также в принятии технологических решений при закрытии шахт использовать крайне необходимо для восстановления угольной промышленности Донбасса.

Список литературы

1. Кононов И.Ф., Кононова Н.Б., Денщик В.А. Кризис и самоорганизация: шахтерские города Донбасса в период реструктуризации угольной промышленности: социальные и экологические измерения. – Луганск: Альма-матер, 2001 г.
2. Сляднев В. А. Риск изменения эколого-геологических условий при реструктуризации горнопромышленных районов Донбасса // НПЦ «Экология наука Техника» – 2007. – №2
3. Белокопытов П.И., Пешков И.С., Исаков Я.В. Опыт проектирования водоотливных комплексов на ликвидируемых шахтах Прокопьевско-Киселевского районах Кузбасса. Уголь, 1999 г. №7, с. 25-26.
4. Ярембаш И.Ф., Циганек И., Ворхлик И.Г., Пилюгин В.И. Общие принципы и основные способы обеспечения устойчивости ликвидированных вертикальных стволов угольных шахт. Известия Донецкого горного института, 2000 г. №1, с. 80-85.
5. Яковлев Д.В., Земисев В.Н., Ягунов А.С. Геомеханические проблемы ликвидации шахт в России // Уголь. 1999. №9 С. 61-62.

УДК 550.8.4:518.5

ОЦЕНКА ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОДРАБОТАННОГО ГОРНОГО
МАССИВА

М. В. Гордиенко

ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТО-КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ
И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,

г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В статье изложен подход расчета усредненных фильтрационных характеристик горного массива в зонах влияния барьерных целиков.*

***Annotation.** The article presents an approach to calculating the average filtration characteristics of the rock mass in the zones of influence of barrier pillars.*

***Ключевые слова:** проницаемость, фильтрационная неоднородность, деформация земной поверхности, гидродинамические процессы.*

***Keywords:** permeability, filtration heterogeneity, deformation of the earth's surface, hydrodynamic processes.*

Изучение особенностей изменения техногенных гидродинамических процессов на подработанных территориях при закрытии угольных предприятий требует выполнения фильтрационной схематизации рассматриваемого объекта [1]. Хорошо известно, что в результате ведения горных работ в подработанной толще образуются зоны с существенной анизотропией проницаемости горных пород.

Выявленная фильтрационная неоднородность в плане или в разрезе может быть охарактеризована на качественном уровне с использованием критериев, которые предусматривают сопоставление размеров области фильтрации с размерами элементов неоднородности [2]. Например, микронеднородность может трактоваться как неоднородность, обусловленная изменяющейся интенсивностью трещиноватости горных пород. Если же размеры элементов неоднородности на два порядка меньше рассматриваемой области фильтрации, последняя может оцениваться как мезонеднородная. Наконец, макронеднородной является область, размеры которой сопоставимы с размерами элементов неоднородности.

Масштаб области фильтрации при изучении техногенных гидродинамических процессов при закрытии угольных предприятий определяется десятками квадратных километров [3].

Проницаемость имеет тензорный характер, поэтому определение эффективных параметров расчетного элемента региональной модели необходимо выполнять вдоль главных направлений, т.е. при фильтрации вдоль и перпендикулярно элементам неоднородностей.

Эффективная проницаемость различных неоднородных моделей определяется путем вычисления коэффициента пропорциональности между вектором суммарного расхода и вектором приложенного градиента давлений (другими словами градиент давлений делим на расход).

В рамках работы были рассмотрены два варианта фильтрации: вдоль и перпендикулярно элементам неоднородностей.

В результате выполненного моделирования получены определенные зависимости. Для фильтрации вдоль элементов неоднородностей величина эффективной проводимости определяется с достаточной для практики точностью формулой:

$$T_{cp} = \sum_{i=1}^n m_i T_i / \sum_{i=1}^n m_i, \quad (1)$$

где: i – количество макронеоднородных слоев;

m_i – мощность слоев неоднородностей;

T_i – проводимость неоднородности;

n – количество неоднородностей.

Для модели фильтрации перпендикулярно элементам неоднородностей эта формула выглядит следующим образом:

$$T_{cp} = \left(\prod_{i=1}^n T_i^{m_i} \right)^{1 / \sum_{i=1}^n m_i}. \quad (2)$$

Полученные результаты позволяют производить оценку обобщенных фильтрационных характеристик отдельных региональных участков для микро- мезо и макронеоднородных сред.

Также в рамках работы была разработана методика построения проницаемости в вертикальных сечениях, что позволяет вплотную подойти к решению задач подземной гидродинамики. Для определения проводимости каждого слоя T_i необходимо учитывать

условия его подработки. Методика определения этих свойств выглядит следующим образом: по известной методике описанной в «Правилах подработки...» [2] сначала вычисляются смещения отдельных точек массива по главному сечению, по разнице вертикальных смещений вычисляются вертикальные деформации, с помощью направляющих косинусов рассчитывается по нормали к напластованию деформаций и деформации в плоскости напластования.

Расчет относительных вертикальных деформаций породного массива, выполнен по методике, основные положения которой приведены ниже [2].

Расчет проводят от каждой очистной выработки с дальнейшим подсчетом оседаний и деформаций от отдельных выработок в такой последовательности, в которой проводится их отработка. При расчетах оседаний и деформаций подработанного массива горных пород можно объединять несколько смежных выработок в пласте в одну выработку суммарных размеров, при одновременном выполнении следующих условий:

- отношение размера целика между смежными выработками к средней глубине его залегания меньше 0,1;
- разрыв во времени между отработками смежных лав меньше периода активной стадии процесса смещения.

Расчет проводят одновременно на двух вертикальных разрезах – вкрест и по простиранию пласта. Оседания любой точки массива в пределах обследуемого участка для каменноугольных районов Донбасса вычисляются по методике подробно описанной в «Правилах подработки...».

Расчет относительных вертикальных деформаций горных пород осуществляется для следующих геологических и горнотехнических условий:

- средняя глубина очистной выработки 500 м;
- угол падения разрабатываемого пласта 1°;
- размеры очистной выработки по падению и по простиранию составляют 500×2000 м;
- мощность вынимаемого пласта 1 м.

Геологические и горнотехнические условия, для которых проводился расчет, соответствуют условиям применения методики, а именно: угол падения пластов от 0° до 60°; изменение угла падения пласта в пределах очистной выработки не больше 10°; очистная выработка имеет форму прямоугольника, стороны которого параллельны элементам залегания пласта; управление кровлей –

полное обрушение выработанного пространства; оконченный процесс обрушения; отсутствие в пределах зоны влияния отработки дизъюнктивных и пликативных нарушений; отсутствие обрушений по напластованию.

Прослеживается закономерность, из которой следует, что по мере удаления от пласта значения деформаций уменьшаются, соответственно уменьшаются и значения проницаемости. Проницаемость в зоне зависших пород достаточно высока, но уменьшается по мере удаления от пласта по вертикали. По мере выхода из этой зоны она тоже падает и когда попадает в плоское дно, там ее значение стабилизируется на уровне близком к проницаемости нетронутого горного массива. Оценка показывает, что диапазон изменений составляет несколько порядков.

Результаты исследования отражены на рисунке (1).

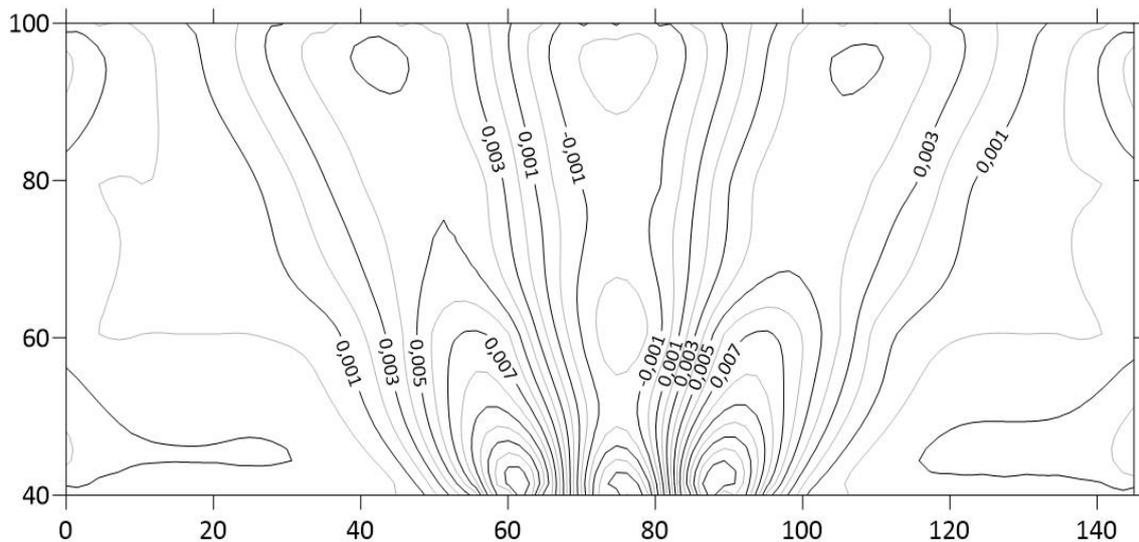


Рисунок 1 – Распределение деформаций подработанного
массива в ЗВТ при ширине целика $l=10\text{м}$.

На рисунке можно видеть, что вокруг целика образуется зона знакопеременных деформаций. Зоны разгрузки массива, расположенные над выработанным пространством ($0 < X < 70$) и ($80 < X < 140$), сопровождаются деформациями растяжения и характеризуются положительными значениями величин. Зона массива, расположенная непосредственно над целиком ($70 < X < 80$), является зоной концентрации напряжений и характеризуется деформациями сжатия, имеющими отрицательные значения.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Вывод.

Полученные значения проницаемости могут быть использованы для оценки проницаемости, для внесения в математическую модель для решения различных задач, связанных с фильтрацией воды в подработанном горном массиве.

Список литературы

1. Норватов, Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод / Ю.А. Норватов – М.: «Недра», 1992. – 256 с
2. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом [Текст]. – Киев, 2004. – 127 с.
3. Гавич, И. К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии [Текст] / И. К. Гавич. – М. : Недра, 1980. – 557 с.
4. Шашенко, А.Н. Механика горных пород. / А.Н. Шашенко – Днепропетровск: НГАУ, 2002. – 302 с.

УДК 711.16

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЫТА ГОРОДОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ВОПРОСУ
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

К.В. Глебко, Е.Р. Карпенко
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В настоящий момент на территории Донецкой Народной Республики работы по разработке правил землепользования и застройки территорий находятся в стадии активной разработки. Использование опыта городов Ростовской области Российской Федерации в разработке правил землепользования и застройки территорий позволит ускорить и усовершенствовать процесс разработки данных документов для территории Донецкой Народной Республики.*

***Abstract.** At the moment, in the territory of the Donetsk People's Republic, work on the development rules for land use and development of territories are under active development. Using the experience of the cities of the Rostov region of the Russian Federation in developing land use and territory development rules will speed up and improve the process of developing these documents for the territory of the Donetsk People's Republic.*

***Ключевые слова:** планирование, градостроительное зонирование, рациональное землепользование, генеральный план, правила землепользования и застройки.*

***Keywords:** planning, urban zoning, rational land use, master plan, land use and development rules.*

Согласно Федерального конституционного закона от 04.10.2022 № 5-ФКЗ до 1 января 2026 года действует переходный период, в течение которого урегулируются вопросы интеграции нового субъекта Российской Федерации в экономическую, финансовую, кредитную и правовую системы Российской Федерации, в систему органов государственной власти Российской Федерации. Поэтому для всей территории Донецкой Народной Республики должно быть выполнено градостроительное зонирование территории в

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации [1].

Поэтому актуальным на данный момент является вопрос использования опыта градостроительного зонирования городов Российской Федерации. Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП) содержит в свободном доступе информацию о планируемом развитии территорий на основе документов территориального планирования федерального, регионального и местного уровней.

Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 5-ФКЗ "О принятии в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта - Донецкой Народной Республики" устанавливает, что Законодательные и иные нормативные правовые акты Российской Федерации действуют на территории Донецкой Народной Республики со дня принятия в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и образования в составе Российской Федерации нового субъекта.

Глава 4 Градостроительного кодекса Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ устанавливает основные требования для градостроительного зонирования территории, а именно разработку правил землепользования и застройки территории, виды и состав территориальных зон, градостроительный регламент, виды разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства и другое. Статья 16 Градостроительного кодекса Российской Федерации устанавливает обязательность утверждения генеральных планов для всех населенных пунктов. Важной частью генеральных планов является функциональное зонирование, которое определяет размещение объектов жилой, общественной, производственной и коммунальной инфраструктуры. Статья 35 Градостроительного кодекса устанавливает основные типы зонирования: жилые, общественно-деловые, производственные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур, зоны сельскохозяйственного использования, зоны рекреационного назначения, зоны особо охраняемых территорий, зоны специального назначения, зоны размещения военных объектов и иные виды территориальных зон [2].

Исходя из вышеизложенного, следует что процесс градостроительного зонирования — это деятельность, направленная на организацию и регулирование использования территорий населенных пунктов с целью обеспечения их устойчивого развития и благополучия жителей. Градостроительное зонирование предполагает

разделение территорий на различные зоны с определенным назначением, что способствует более эффективному использованию земельных участков и обеспечению комфортных условий для жизни и развития городской инфраструктуры. Внедрение правил землепользования и застройки территорий является необходимым шагом для улучшения планирования и развития территории Донецкой Народной Республики, а также для обеспечения ее устойчивого развития в будущем.

Были проанализированы карты градостроительного зонирования городов Ростовской области ближайших к городу Донецку по площади, населению, развитию: Ростов-на-Дону, Таганрог, Новочеркасск, Шахты и Батайск. В дальнейшем данные анализа можно использовать при разработке карт градостроительного зонирования, правил землепользования и застройки для населенных пунктов Донецкой Народной Республики.

На основании проведенного анализа в табл.1 выделены основные зоны, каждая из которых имеет свои особенности использования и развития. Среди них можно выделить следующие основные зоны:

1) Жилая зона. Для городов Ростов-на-Дону, Новочеркасск и Батайск: зонирование имеет схожие черты. Зонирование в городах Таганрог и Шахты имеет отличие – большее количество зон, а соответственно в данных зонах будут установлены различные требования градостроительного регламента территории. Например, для города Таганрог выделяются отдельно 3 вида зон жилой застройки смешанной этажности. Стоит отметить, что в зонировании жилой зоны Ростова-на-Дону отсутствует зона садоводства. В городах Новочеркасск и Батайск есть отдельная зона реконструкции жилой застройки. Особенностью зонирования города Батайск является наличие зоны развития жилой застройки;

2) Промышленная зона (промышленные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктуры). Для городов Таганрог и Батайск зонирование схожее. Следует отметить, что зонирование городов Шахты и Новочеркасск в данной зоне также имеет схожие черты. Зонирование города Ростов-на-Дону включает только одну зону ПКТ, но промышленная зона города обычно делится на ряд подзон: тяжелая и легкая промышленность, логистика и транспорт и т.д.

3) Рекреационная зона. В данной зоне достаточно сложно выделить схожую структуру для всех городов, так как в основу зонирования положено деление разные категории для каждого города. Например, в городе Ростов-на –Дону зонирование выполнено по принципу деления на типы зон по I-IV классу, для других городов это

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

деление на территории зеленых насаждений общего пользования, скверы, площади, городские леса, лечебно-оздоровительные объекты и др. ;

Таблица 1 – Фрагмент анализа градостроительного зонирования городов: Ростов-на-Дону, Таганрог, Новочеркасск, Шахты и Батайск.

Название зоны	Состав зоны	Подзоны
1) Жилая зона: предназначена для строительства жилых домов, объектов социального и коммунального обслуживания населения. В этой зоне могут быть расположены многоэтажные жилые дома, индивидуальные жилые дома, объекты образования, здравоохранения, культуры, спорта и т.д.	Ростов-на-Дону: Ж-1 зона застройки индивидуальными жилыми домами и малоэтажными жилыми домами блокированной застройки Ж-2 зона застройки среднеэтажными жилыми домами блокированной застройки и многоквартирными домами Ж-3 зона застройки многоэтажными многоквартирными домами Ж-4 зона застройки жилыми домами смешанной этажности	Центральная: подзона здесь располагается исторический центр города, а также многоэтажные жилые дома, административные и коммерческие здания. Пригороды: подзона, которая находится на окраине города и включает в себя малоэтажные жилые кварталы, жилые массивы и загородные поселки. Здесь преобладают зеленые зоны, парки и просторные улицы. Спальные районы: подзона, где размещены многоэтажные жилые дома, созданные для комфортного проживания горожан. В таких районах часто есть школы, садики, медицинские учреждения, магазины и торговые центры. Новостройки: подзона, которая представлена новыми строительными проектами и объектами как в центральной зоне, так и на окраине города. Здесь можно найти как многоэтажные жилые комплексы, так и загородные коттеджные поселки. Исторические кварталы: подзона, где сохранены исторические и архитектурные памятники города Ростов-на-Дону. Здесь представлены старинные дома, улицы с деревянными и каменными постройками, а также достопримечательности и музеи.
	Таганрог: Ж1 Зоны застройки индивидуальными жилыми домами Ж2 Зоны застройки малоэтажными жилыми домами Ж3 Зоны застройки среднеэтажными жилыми домами Ж4 Зоны жилой застройки смешанной этажности – индивидуальными и малоэтажными жилыми домами Ж5 Зоны жилой застройки смешанной этажности – индивидуальными, малоэтажными, среднеэтажными и многоэтажными жилыми домами Ж6 Зоны жилой застройки смешанной этажности – индивидуальными блокированными и среднеэтажными жилыми домами Ж7 Зоны жилой застройки смешанной этажности – среднеэтажными и многоэтажными жилыми домами Ж8 Зоны ведения садоводства и дачного хозяйства	
	Новочеркасск: Ж-1 Зона коллективных садоводств Ж-2 Зона застройки индивидуальными жилыми домами Ж-3 Зона застройки индивидуальными жилыми домами и малоэтажными многоквартирными жилыми домами Ж-4 Зона комплексной реконструкции	

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

4) Зона общественно-деловой застройки. Зонирование города Ростов-на-Дону предполагает деление на зоны общественного, делового и коммерческого назначения 2-х типов, а также зоны общественно-деловой застройки, социального-и коммунально-бытового назначения, обслуживание предпринимательской деятельности. Города Таганрог и Новочеркасск имеют похожее деление на отдельные зоны размещения объектов здравоохранения, образования и т.д. В городах Шахты и Батайск установлено деление на зоны делового, общественного и коммерческого назначения, но, например, зона Д-2 города Батайск включает в такие объекты и жилую застройку, что не установлено в зонировании города Шахты.;

5) Зоны особо охраняемых территорий. Такая зона выделена отдельно только в городе Ростов-на-Дону. Для остальных анализируемых городов особо охраняемые территории выделены в пределах рекреационной зоны;

6) Зона специального назначения. Все анализируемые города имеют схожее зонирование. Главное отличие, что в городе Таганрог в данную зону не включены режимные объекты, для них выделена отдельная зона военных и режимных объектов;

7) Сельскохозяйственная зона. Данная зона включает земли, пригодные для сельскохозяйственного использования в черте населенного пункта. Отсутствуют данные по таким объектам в черте города Ростов-на-Дону. Для города Шахты также дополнительно обозначена территория, пригодная для садоводства и огородничества;

8) Зоны военных и режимных объектов. Такая зона установлена отдельно только в городе Таганрог.

В результате проведенного анализа градостроительного зонирования городов Ростов-на-Дону, Таганрог, Новочеркасск, Шахты и Батайск Ростовской области удалось осуществить градостроительное зонирование части территории Калининского района города Донецка. Были выделены следующие зоны: жилая зона, общественно-деловая зона, промышленная зона, зона инженерной инфраструктуры, зона рекреационного назначения, территориальные зоны транспортной инфраструктуры, территориальная зона сельскохозяйственного использования, зона специального назначения, зона акваторий. Фрагмент зонирования с использованием геоинформационной системы Quantum GIS приведен на рисунке 1.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

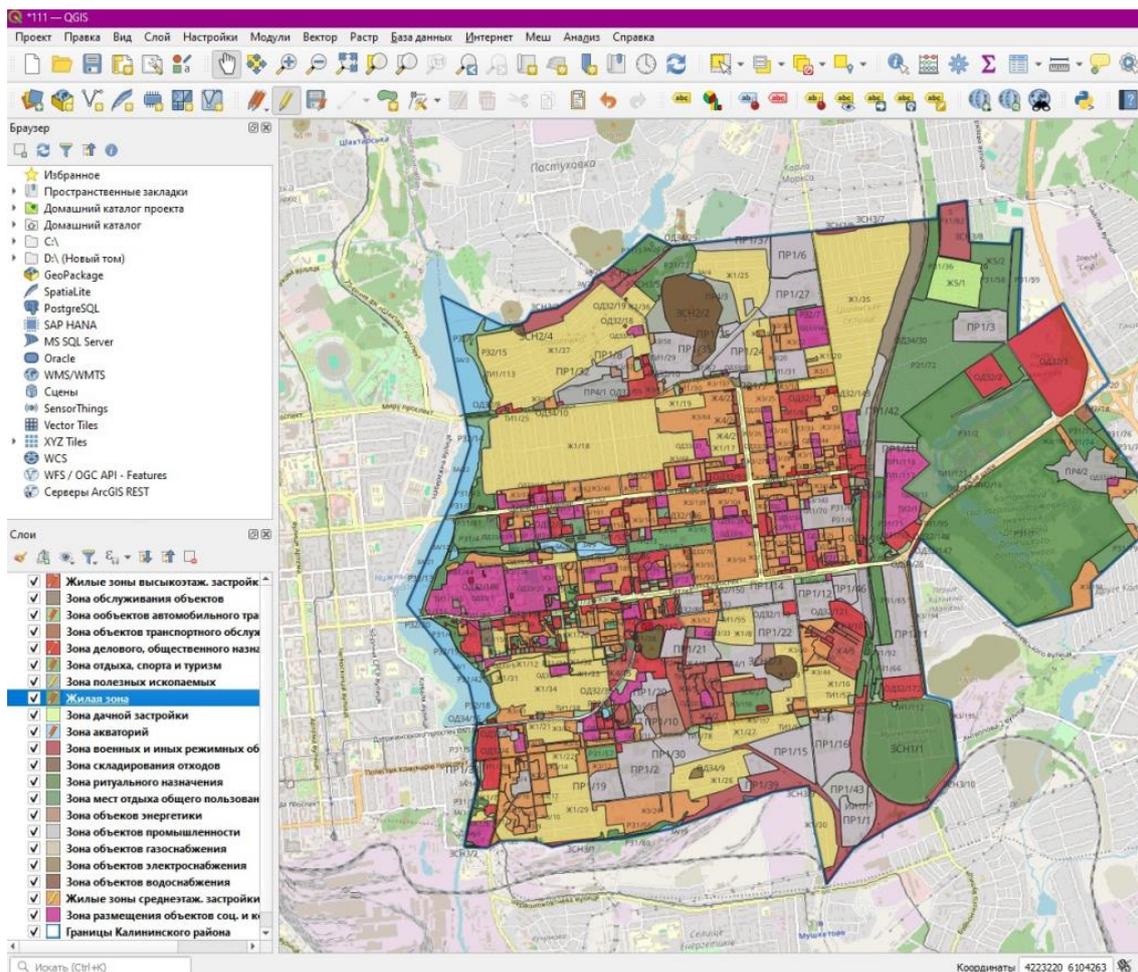


Рисунок 1 – Фрагмент градостроительного зонирования на примере Калининского района города Донецка

Выводы.

Использование опыта городов Ростовской области в сфере градостроительного планирования и зонирования территории позволит:

1. Ускорить и усовершенствовать процесс градостроительного зонирования на территории Донецкой Народной Республики, тем самым установив порядок действий и правил для субъектов и объектов рынка, защитив их от различных неправомерных действий.
2. Избежать несбалансированности и противоречий интересов участников градостроительной деятельности в геометрии, в пространственном распределении видов деятельности, в их территориальном балансе.
3. Рационально и бережно использовать ресурсы территории, оставляя для будущих поколений возможности удовлетворять свои потребности.
4. Обеспечить будущее развитие территории.

Список литературы

1. Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 N 5-ФКЗ "О принятии в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

образовании в составе Российской Федерации нового субъекта - Донецкой Народной Республики", одобрен Государственной Думой 3 октября 2022 года, одобрен Советом Федерации 4 октября 2022 года.

2. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ, принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года.

УДК 665.7.03

«УМНАЯ» ВОДА И НАНОТЕХНОЛОГИИ: ИННОВАЦИОННЫЙ
ПОДХОД К ДОБЫЧЕ НЕФТИ

Р.И. Сафиуллин
ГБОУ ВО «АЛЬМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ – ВЫСШАЯ ШКОЛА
НЕФТИ»,
г. Альметьевск, РТ, Россия

Аннотация: В условиях усиливающегося глобального энергетического кризиса и истощения традиционных источников углеводородов, нефтегазовая отрасль сталкивается с необходимостью поиска новых, более эффективных методов добычи. Среди множества инновационных подходов, особое внимание привлекают технологии «умной» воды и нанотехнологии.

Annotation: As the global energy crisis intensifies and traditional sources of hydrocarbons are depleted, the oil and gas industry is faced with the need to find new, more efficient production methods. Among many innovative approaches, smart water technologies and nanotechnology are attracting special attention.

Ключевые слова: нанотехнологии, «умная» вода, увеличение нефтедобычи, поздняя стадия разработки, наночастицы

Keywords: nanotechnology, smart water, increased oil production, late stage development, nanoparticles.

Нефтегазовая отрасль является одной из ключевых сфер мировой экономики, обеспечивающей энергетическую безопасность и поддерживающей промышленное развитие. Однако с каждым годом перед отраслью встают всё более сложные задачи: истощение традиционных месторождений, ужесточение экологических норм и требований, а также необходимость повышения эффективности добычи на поздних стадиях разработки. В этих условиях особую актуальность приобретают технологические инновации по увеличению нефтеотдачи пласта.

Нанотехнологии, в свою очередь, представляют собой еще одно перспективное направление, которое может радикально изменить нефтегазовую промышленность. Разработка новых материалов с уникальными свойствами, таких как наночастицы, способствует созданию более эффективных катализаторов, сенсоров и материалов

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

для бурения, что открывает новые горизонты в добыче и переработке углеводородов.

На поздних стадиях разработки месторождений, когда первичные методы добычи исчерпывают свой потенциал, закачка воды представляет собой вторичный методы увеличения нефтеотдачи, которые могут существенно улучшить экономические показатели проектов.

Одна из современных технологий, в которой предварительно исследуются данные процессы — это закачка «умной» воды. «Умная» вода представляет собой воду с измененным ионным составом, способную взаимодействовать с породой и нефтью на молекулярном уровне, что позволяет значительно увеличить коэффициент извлечения углеводородов.

Эта статья посвящена анализу применения «умной» воды в нефтегазовой отрасли, рассмотрению успешных примеров её использования на различных месторождениях и оценке перспектив данной технологии как ключевого элемента в стратегии устойчивого развития отрасли.

Внедрение «умной» воды в нефтегазовую отрасль представляет собой революционный подход, который может значительно увеличить коэффициент извлечения углеводородов. Эта технология основана на изменении ионного состава воды, что позволяет взаимодействовать с породой и нефтью на молекулярном уровне и улучшать процессы вытеснения нефти из пласта.

Принцип действия «умной» воды основано на изменении концентрации ионов, таких как кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}) или сульфаты (SO_4^{2-}), что влияет на поверхностное натяжение и взаимодействие между нефтью, водой и породой. Ионно-обменные реакции, происходящие при введении «умной» воды в пласт, могут изменять влагосодержание нефти и способствовать ее более эффективному вытеснению. Это особенно важно для месторождений с высоким содержанием воды, где традиционные методы уже не дают желаемого эффекта. Это приводит к увеличению эффективности вытеснения нефти, особенно в условиях высокой водонасыщенности пластов.

Нанотехнологии открывают новые возможности для нефтегазовой отрасли. Разработка наночастиц и наноматериалов способствует созданию более эффективных катализаторов, сенсоров и материалов для бурения. Нанотехнологии могут улучшить процессы разделения нефти и воды, а также повысить проницаемость породы, что увеличивает извлечение углеводородов.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

Комбинирование «умной» воды с нанотехнологиями может привести к созданию комплексных решений для увеличения нефтеотдачи. Например, наночастицы могут использоваться для более эффективного транспорта «умной» воды в пласт, улучшая её взаимодействие с нефтью и породой.

Множество месторождений по всему миру уже демонстрируют положительные результаты от использования «умной» воды и нанотехнологий. Например, на месторождении Дацин в Китае применение «умной» воды в сочетании с полимерным заводнением позволило значительно увеличить коэффициент извлечения нефти. В США, например, «умная» вода используется в рамках усовершенствованных методов добычи нефти, включая химическое заводнение, которое помогает увеличить коэффициент извлечения нефти на зрелых месторождениях. В Омане, где водные ресурсы ограничены, такие технологии также могут играть важную роль в увеличении эффективности добычи и снижении воздействия на окружающую среду.

Заключение «умная» вода и нанотехнологии представляют собой мощные инструменты для увеличения эффективности добычи нефти. Их применение может стать ключевым элементом в стратегии устойчивого развития нефтегазовой отрасли, позволяя отвечать на вызовы современности и обеспечивать энергетическую безопасность в будущем.

Список литературы

1. Будущее ТЭК: новейшие технологии и разработки в нефтегазовой отрасли // РБК Тренды URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/635153c89a794786201316a8> (дата обращения: 12.05.2024).
2. Проект «Умная вода» позволит добывать нефть по-новому // Planet Today URL: <https://planet-today.ru/novosti/nauka/item/119266-proekt-umnaya-voda-pozvolit-dobyvat-neft-po-novomu?ysclid=lw3wzbnec61136008870> (дата обращения: 12.05.2024).

УДК 665.7.03

НАНОТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕДОБЫЧЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО НАТРИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ

А.Н. Скрынников

ГБОУ ВО «АЛМЕТЬЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ – ВЫСШАЯ ШКОЛА
НЕФТИ»,

г. Альметьевск, РТ, Россия

Аннотация: В тексте рассматривается использование наночастиц для улучшения производительности скважин, снижения вязкости нефти и увеличения извлечения нефти из сложных месторождений. Особое внимание уделяется перспективам развития нанотехнологий в нефтяной отрасли и их вкладу в повышение эффективности производства нефти.

Annotation: The text discusses the use of nanoparticles to improve well productivity, reduce oil viscosity, and enhance oil recovery from complex reservoirs. Special attention is given to the prospects of nanotechnology development in the oil industry and its contribution to increasing oil production efficiency.

Ключевые слова: нанотехнологии, натрий, увеличение нефтедобычи, трудноизвлекаемые запасы.

Keywords: nanotechnology, sodium, increased oil production, hard-to-recover reserves.

Нефтедобыча является ключевой отраслью мировой экономики. Ископаемые углеводороды становятся все более сложным ресурсом для добычи. Легкодоступные месторождения, использовавшиеся десятилетиями, близки к истощению. В то же время, глубоко залегающие пласты с комплексным геологическим строением, представляющие собой трудноизвлекаемые запасы (ТРИЗ), содержат колоссальные объемы нетронутых углеводородов. «Трудной» называют нефть, добыча которой требует особых усилий, инвестиций и технологических решений. Поиск и применение таких решений, открывающих доступ к этой “кладовой” энергоресурсов, является важнейшей задачей на будущее. Одним из таких прорывных методов являются стабилизированные наночастицы активного материала – металлического натрия. Этот материал обладает высокой химической

активностью и может быть легко закачан в нефтенасыщенный пласт, активизирован и способствовать протеканию процессов, увеличивающих дебит скважины. Нанотехнологии, таким образом, становятся мощным инструментом нефтяной промышленности, открывая новые горизонты для оптимизации добычи. Одним из таких прорывных методов являются стабилизированные наночастицы активного металла – натрия. Высокая химическая активность натрия позволяет легко доставлять его в нефтяной пласт, где он активируется и стимулирует процессы, повышающие дебит скважин. Нанотехнологии, таким образом, становятся мощным инструментом нефтяной промышленности, открывая новые горизонты для оптимизации добычи.

Актуальностью данной работы является то, что сегодня доля трудноизвлекаемой нефти превышает 60% в общем объеме доказанных запасов в России или же 55 млрд. тонн сверхвязкой нефти и природных битумов по данным World Energy Council, поэтому одним из перспективных направлений в области нанотехнологий для нефтедобычи является использование наночастиц металлического натрия. Этот материал обладает высокой химической активностью и способен значительно повысить дебит скважин ТРИЗ за счет своих уникальных свойств.

Действие металлического натрия:

- Щелочь и газообразный водород:

Металлический натрий взаимодействует с различными химическими веществами. При контакте с водой он образует щелочь и газообразный водород. Щелочь используется в нефтедобыче, а газообразный водород растворяется в сырой нефти, повышая ее подвижность.

- Гидрирование и тепловое воздействие:

Металлический натрий способствует гидрированию непредельных компонентов нефти. При контакте с водой также выделяется большое количество теплоты, что положительно сказывается на дебите скважины [1].

Этот материал особенно полезен для интенсификации добычи нефти из плотных и слабопроницаемых пластов. Он помогает снизить вязкость нефти, увеличивая ее подвижность при извлечении. Стоит отметить, что гидротермальное облагораживание тяжелой нефти в присутствии наночастиц натрия позволило снизить вязкость образцов тяжелой нефти на 50% [2].

Полученные данные представляют собой начальный этап в работе над повышением эффективности процесса переработки сырой нефти.

Нанотехнологии играют важную роль в инновационных методах увеличения нефтеизвлечения. Переход в нанобласть, где размер частиц составляет 1–100 нм, увеличивает долю поверхностных атомов, что способствует интенсификации процессов.

Использование нанотехнологий, включая наночастицы металлического натрия, открывает новые возможности для увеличения эффективности нефтедобычи. Эти инновационные методы позволяют преодолеть сложности геологических условий и повысить добычу нефти, что делает их важным инструментом для развития нефтяной отрасли в будущем.

Нанотехнологии в нефтяной промышленности предлагают широкий спектр преимуществ. Например, использование наночастиц позволяет улучшить проницаемость пласта, увеличить эффективность добычи нефти. Кроме того, данный метод наименее затратный по сравнению с распространенным процессом SAGD, в котором применяются водяной пар и водород, требующий дорогостоящего оборудования для поддержания высоких температур и давлений внутри пласта.

Важным аспектом применения нанотехнологий в нефтяной промышленности является их способность улучшать извлечение нефти из труднодоступных месторождений. Это особенно актуально для месторождений с высокой вязкостью нефти или глубоководных месторождений, где традиционные методы добычи могут быть недостаточно эффективными.

Таким образом, применение нанотехнологий в нефтяной промышленности имеет большой потенциал для улучшения процессов добычи и повышения общей эффективности отрасли.

Список литературы

1. В.С. Патрушев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ / В.С. Патрушев, И.В. Анциферова // Международный научно-исследовательский журнал. - 2017. - №7 (61).
2. V. E. Katnov, S. A. Trubitsina, A. A. Kayumov, F. A. Aliev, N. A. Nazimov, A. V. Dengaev A. V. Vakhin Influence of Sodium Metal Nanoparticles on the Efficiency of Heavy Oil Aquathermolysis. - Catalysts 2023, 13, 609.

УДК 622.324.5:539

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕФОРМАЦИИ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПРИ ПОДРАБОТКЕ РАЗРЫВНЫХ
НАРУШЕНИЙ ПОЛОГИМИ ПЛАСТАМИ

Г.В. Баев, А.А. Канавец, И.В. Филатова
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** Подземная разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается сдвижением массива горных пород и земной поверхности, что приводит к нарушению равновесного состояния массива горных пород. Возникают задачи, в условиях увеличения техногенной нагрузки городских территорий, является оценки динамики развития техногенного рельефа и факторов деформаций земной поверхности подрабатываемых территорий.*

***Abstract.** Underground mining of mineral deposits is accompanied by the displacement of the rock mass and the earth's surface, which leads to a violation of the equilibrium state of the rock mass. Tasks arise, in the context of an increase in the anthropogenic load of urban areas, is to assess the dynamics of the development of man-made terrain and factors of deformation of the Earth's surface of the territories being worked on.*

***Ключевые слова:** деформации горного массива, сдвижение земной поверхности, зоны влияния деформаций*

***Keywords:** deformations of the mountain range, displacement of the Earth's surface, zones of influence of deformations*

Моделирование процесса тектонической нарушенности угольных пластов при разработке системы прогнозирования тектонической нарушенности является важным инструментом для улучшения безопасности и эффективности горных работ в угольных шахтах. Тектоническая нарушенность угольных пластов может привести к различным опасностям, таким как обрушения, деформации горных выработок и повреждения оборудования. Повысить достоверность прогнозов, а также управлять процессом, снижая влияние горных работ, можно только на основе установления параметров сдвижения, объясняющих условия, причины и механизм влияния нарушений. Поэтому научное обоснование методов прогноза деформаций земной поверхности в условиях нарушенного залегания

горных пород для охраны поверхностных объектов при их подработке представляет собой важную научную и народнохозяйственную проблему.

Прогноз сдвижений и деформаций земной поверхности под воздействие подземных горных разработок является одной из главных задач маркшейдерской службы на угольных шахтах. Актуальность этой задачи возрастает с ухудшением горно-геологических и изменением горнотехнических условий разработки угольных месторождений. При анализе условий, оказывающих влияние на характер и интенсивность деформаций земной поверхности над выработанным пространством, необходимо учитывать большое число факторов. Нередко эти факторы лишь в косвенной форме отражают стороны изменений условий формирования техногенного рельефа.

Результаты натуральных инструментальных наблюдений могут существенно отличаться от рассчитанных ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности, полученных по методики, описанной в [1]. В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что реальный массив горных пород, представляет собой сложную иерархически - блочную среду, каждой структурной единице которого присущи свои деформационные характеристики.

Вместе с тем, при решении вопросов освоения угольных месторождений, строительства и экологической безопасности возникает необходимость изучения динамики процесса формирования техногенного рельефа массива горных пород. Вследствие этого, необходимо производить корректировку функций влияния. Одной из основных и актуальных задач, возникающих в условиях увеличения техногенной нагрузки городских территорий, является оценка динамики развития техногенного рельефа и сопряженных деформаций земной поверхности подрабатываемых территорий.

В этом случае, оседания земной поверхности не всегда соответствуют расчетным [2], особенно при отработке участков с надвиговым перекрытием одноименных пластов, характерных для горногеологических условий Донецко-Макеевского района Донбасса.

Основная стратегия любого анализа – поиск комбинаций и закономерностей сопряженного и взаимообусловленного развития тех или иных параметров, характеризующих изучаемый процесс, их упорядоченное распределение и оценка в виде информационных карт.

Проблема сдвижения горных пород и деформаций земной поверхности, обусловленных подработкой горного массива, традиционно относится к геотехническим дисциплинам и находится в поле пристального внимания специалистов по горному и

строительному делу, геомехаников, маркшейдеров: Гавриленко Ю.Н. [5, 7], Гуляев Н.Ю. [6].

Данные об оседаниях поверхности базируются на многолетних инструментальных наблюдениях, выполняемых по опорным профилям. По результатам наблюдений на отдельной точке получается только зависимость параметра для этой точки во времени, а результаты измерений на наблюдательной линии позволяют воспроизвести картину развития деформаций земной поверхности по профильной линии с использованием разреза породного массива [2].

При анализе условий, оказывающих влияние на характер и интенсивность деформаций земной поверхности над выработанным пространством, необходимо учитывать большое число факторов. Нередко эти факторы лишь в косвенной форме отражают стороны изменений условий формирования техногенного рельефа.

Многолетними инструментальными наблюдениями установлено, что важнейшими геологическими факторами, обуславливающими возникновение сосредоточенных знакопеременных деформаций, являются структурнотектонические и литологические особенности строения массива горных пород. Наличие разрывных нарушений предопределяет строение со слабыми связями, а плоскости сместителей являются поверхностями по которым может происходить смещение слоев горных пород [13]. Следует учитывать, что наличие знакопеременных деформации свидетельствует о благоприятных условиях для образования ослабленных зон интенсивной трещиноватости пород массива в зоне влияния тектонических нарушений. Верхние слои массива горных пород, сложенные песчаниками и глинистыми отложениями, а также зоны выветривания пород угленосной толщи при образовании мульды оседания деформируются, как правило, не упруго и пластично [2]. В то же время, в условиях многократной подработки массива горных пород слои крепких пород, например песчаника - жестких на изгиб, могут испытывать рост микротрещин с последующим разделением по поверхностям микроподвижек. Следовательно, циклическое нагружение создает благоприятные условия для концентрации напряжений в наиболее слабых точках породы, что приводит к ее разрушению при существенно меньших нагрузках, чем в статических условиях [14].

Не вызывает сомнения тот факт, что деформации, возникающие при подработке тектонических нарушений (в лежащем крыле дизъюнктива надвигового типа) получают реализацию в формировании ступеньки или уступа [15]. Напротив, подработка в

висячем крыле приводит к квазиплавному оседанию земной поверхности с некоторым асимметричным сокращением мульды оседания. Разнообразие вышеуказанных геологических факторов придает кривым оседания своеобразную изрезанность, интерпретация которых возможна при наложении профиля оседаний на геологический разрез с последующей расшифровкой генезиса аномальных участков – отклонений от «линии тренда»

Предлагаемый алгоритм анализа и выявления зон деформационных аномалий при многократной подработке угольного массива в условиях надвигового перекрытия одноименных пластов и расшифровка их генетической природы позволил выявить на исследуемом участке:

- приуроченность развития современных деформационных процессов к тектоническим нарушениям и литологическим контрастам в областях выхода мощных пластов песчаников на дневную поверхность;
- зоны неоднородного структурного литолого-тектонического строения (концентраторов деформаций).

Дальнейшие исследования в области детализации влияния геологического строения угленосных формаций на процесс формирования «техногенного рельефа» должны проводиться с использованием современных ГИС-технологий, что позволит эффективно решать целый ряд задач и вопросов, возникающих в связи с разработкой природоохранных мероприятий, консервацией угольных предприятий, эксплуатацией и строительством зданий и сооружений на подработанных территориях.

Список литературы

1. Трофимов А. М. Теоретические и методологические посылки геоморфологического прогноза // Геоморфология. - 1990.-№1. с. 14–19.
2. Кратч Г. Сдвигение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. - М.: Недра, 1978. - 494 с.
3. Donneli L. J., Whittaker B. N., Reddish D. I. Surface subsidence behavior in the vicinity of geological faults and the reactivation of faults during the exploitation of coal reserves – a geological perspective. – Nottingham: Univ. Press. – 1992. – 16 p.
4. Коваленко В. И. Влияние тектонических нарушений на застроенные участки земной поверхности при их подработке // Сб. научн. Трудов ВНИМИ. – Л.: Изд. ВНИМИ. – 1977. – Вып. 104. – С. 45-50.
5. Гавриленко Ю. Н. Исследование факторов, влияющих на деформации земной поверхности, при подработке разрывных нарушений пологими пластами // Горно-металлургические проблемы Донбасса: Сб. науч. тр. № 1. – Донецк. - 1995. - С. 91-100.
6. Гуляев Н. Ю. Определение многолетних движений земной поверхности в регионах с интенсивным освоением недр с использованием спутниковых измерений // Изв. Высш. Уч. заведений: Горный журнал. – 2004. - № 6. - С. 46-48.

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

7. Гавриленко Ю. Н. Исследование сдвижений земной поверхности при нарушенном залегании пород в Донецко-Макеевском районе Донбасса // Изв. Высш. Уч. заведений: Горный журнал. – 1997. - № 2. – С. 55-60.

УДК 622.324.5:539

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА ОСЕДАНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ
ПОВЕРХНОСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ
РАБОТ

А.Е. Стефанов, А.А. Канавец
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР, Россия

***Аннотация.** В результате выработки подземного пространства происходят деформации земной поверхности, которые сводятся к оседанию, изменению кривизны, уклона, сжатию и растяжению горных пород, что в свою очередь приводит к изменению гидрологического и гидрогеологического режима, активизации экзогенных процессов и т.д. Приводятся результаты создания ГИС-системы для решения прогнозных задач изменения инженерной геологических условий в результате техногенного воздействия.*

***Abstract.** As a result of the development of underground space, deformations of the earth's surface occur, which are reduced to subsidence, changes in curvature, slope, compression and stretching of rocks, which in turn leads to changes in the hydrological and hydrogeological regime, activation of exogenous processes, etc. The results of the creation of a GIS system for solving predictive problems of changes in engineering geological conditions as a result of man-made impacts are presented.*

***Ключевые слова:** ГИС, инженерно-геологические условия, картографическое моделирование, месторождение, прогнозное моделирование.*

***Keywords:** GIS, engineering and geological conditions, cartographic modeling, deposit, predictive modeling.*

В настоящее время добыча угля на горнодобывающих предприятиях осуществляется под территориями городов, железных дорог, трубопроводов, водотоков и других природных и технических объектов. Защита этих объектов от негативных последствий подземных работ и техногенных воздействий является важной социальной задачей. Извлечение угля приводит к нарушению смещению горных пород, что приводит к образованию на земной поверхности смещений и провалов.

Прогноз сдвижений и деформаций земной поверхности под воздействие подземных горных разработок является одной из главных задач маркшейдерской службы на угольных шахтах. Актуальность этой задачи возрастает с ухудшением горно-геологических и изменением горнотехнических условий разработки угольных месторождений. Результаты натуральных инструментальных наблюдений могут существенно отличаться от рассчитанных ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности, полученных по методики, описанной в [1]. Вследствие этого, необходимо производить корректировку функций влияния. Применение масштабируемых коэффициентов не дает хороших результатов. В работе предложено применение аппроксимирующей функции для нахождения поправок в рассчитанные значения ожидаемых сдвижений и деформаций.

Численное моделирование методом конечных элементов (МКЭ) для решения краевых задач механики сплошной среды начало применяться в горном деле с середины 50-х годов прошлого столетия. Использование МКЭ для прогноза сдвижений массива горных пород с целью охраны сооружений от подработ-ки отмечаются в работах Л. Мюллера [5], Г. Кратча [6], А.Б. Фадеева [7] и др. Однако широкое применение данного метода для прогноза сдвижения пород сдерживалось возможностями вычислительной техники. Технологический прогресс и появление современных программных комплексов, таких, например, как Abaqus, существенно расширило возможности использования МКЭ.

Поэтому, целью работы являлось создание геоинформационной системы (далее ГИС) наблюдений за оседаниями и деформациями земной поверхности вследствие влияния очистных работ.

Для достижения этой цели были поставлены следующих задач:

- создание структуры баз данных ГИС и механизма их формирования;
- разработка математической модели расчёта ожидаемых сдвижений и деформаций земной поверхности;
- разработка программных средств для расчета ожидаемых сдвижений и деформаций и анализа, сопоставления с натурными наблюдениями;
- проведение экспериментальных расчётов графическая интерпретация результатов расчёта.

При исследовании использовались методы компьютерного моделирования, численные методы.

Алгоритм прогноза сдвижений и деформаций земной поверхности для комплекса выполнен согласно [2, 3]. В качестве исходных данных для каждого выемочного участка указываются: мощность наносов, мощность мезозойских отложений, управление кровлей, мощность вынимаемого пласта, размеры целиков по четырем направлениям, угол и азимут падения пласта, марка угля и другие параметры.

До настоящего времени все расчеты деформации земной поверхности проводились в ручном или полуавтоматическом режиме по заданному профилю. Использование автоматических и полуавтоматических программно-аппаратных комплексов для расчета деформации земной поверхности существенно экономит время расчета, позволяет проводить его с разной степенью детализации и оперативно делать перерасчет при появлении новой информации.

В геолого-маркшейдерской практике при создании карт, планов и разрезов месторождений в настоящее время достаточно широкое распространение получили такие геоинформационные системы, как ArcInfo, MapInfo, Microstation, ArcView или AutoCAD Map. В созданной геоинформационной системе данные натурных наблюдений были получены путем векторизации графиков оседаний и деформаций земной поверхности.

Одним из возможных программных средств, способных справиться с решением поставленных задач, являются геоинформационные системы. В работах российских исследователей (Геоинформационное обеспечение системы (2014), Осипов, Миронов, Беляев (2015); Миронов, Викторов, Фесель (2011)) в качестве основного инструмента накопления и структурирования инженерно-геологической информации выступают ГИС-системы.

Зарубежные ученые тоже акцентируют внимание на преимуществах использования ГИС. Так, в одной из работ (Liu S., Li W., 2018) использованы мощности ArcGis для геоэкологического зонирования территории в результате техногенного воздействия, вызванного подземной добычей угольных месторождений. На основе ГИС были синтезированы данные по 13 ключевым факторам, содержащие параметры добычи, состояния литосферы, гидросферы, экосферы и климатических условий. Результирующие тематические карты были построены с использованием программного обеспечения ArcGIS. В другой работе (Ou W., Zhao B., Dai Y., 2016) платформа ArcGIS применена для комплексной оценки риска возникновения оползней. На основе ГИС осуществлен синтез четырех динамических факторов: дождевые осадки, изменение уровня грунтовых вод,

наличие растительности и техногенное воздействие. По мнению авторов вышеупомянутых работ, этот метод может обеспечить эффективную гарантию предотвращения геологических катастроф. В статье (V. Vaziri, J. Khademi Hamidi, A.R. Sa-yadi, 2018) использованы геостатистические возможности ArcGis для прогнозирования газодинамических явлений в угольных шахтах. Её авторы подчеркивают потенциал применение ГИС-технологий для оценки геологических рисков. Таким образом, эффективность использования ГИС-систем для решения инженерно-геологических задач уже не вызывает сомнений.

Решение эпигностических задач начинается с подготовки исходных данных. Первым шагом является создание единого информационно-картографического пространства территории исследования, реализованного средствами ГИС. Геоинформационная система должна содержать в себе весь объем информации по объекту исследования. Для оценки степени техногенного воздействия в результате изъятия горной массы в качестве исходных в ГИС-проекте необходимы следующие группы данных:

- о геологическом строении (четвертичные и дочетвертичные образования);
- об инженерно-геологических условиях территории;
- о гидрогеологических условиях;
- о геоэкологических условиях;
- горно-геологическая информация (параметры горных работ, геомеханические свойства породного массива, границы горных участков, календарный план отработки шахтного поля);
- информация о существующих и возводимых зданиях и сооружениях в пределах зоны влияния горных работ и их конструкционные характеристики.

Автором подготовлен и находится в постоянной работе ГИС-проект, обеспечивающий инженерные службы одного из предприятий Донецка, исходными и прогнозными данными, связанными с безопасной подработкой толщи и объектов на земной поверхности. Создаваемая система предназначена для хранения параметров горных работ, геомеханических свойств породного массива, календарного плана отработки шахтного поля. Формирование базы данных, выполнялось по результатам расчета сдвижений и деформаций, анализа и сопоставления их с натурными данными.

Была выполнена разработка программных средств, которые расширили функциональные возможности ГИС-оболочки. Всего было разработано свыше 20 скриптов. Основными из них являются:

Перспективные технологии в геологоразведочной и нефтегазовой отраслях, геодезии и маркшейдерии

- скрипт оцифровки натуральных наблюдений;
- формирования файла исходных данных и расчета величин сдвижений и деформаций;
- расчета аппроксимирующей функции, подготовки результатов расчета к графической интерпретации.

Использование современных компьютерных технологий при решении задач прогнозирования инженерно-геологических условий под влиянием техногенных факторов значительно упрощает работу инженера. При этом создание информационно-аналитических систем на основе ГИС-технологий позволяет обеспечить специалистов достоверной и оперативной информацией для оценки инженерно-геологических рисков на территории горных отводов и принятия управленческих решений.

В этом случае геоинформационные системы могут стать хорошей инструментальной базой, позволяющей не только геостатистически обрабатывать большие объемы пространственных данных, но и визуализировать их в 3D виде. Кроме того, уже не вызывает сомнения утверждение о том, что подготовка результирующего картографического материала в ГИС-системах очень удобна и может обеспечить соответствие всем требованиям, предъявляемым к цифровому картографическому материалу.

Список литературы

1. *Правила* охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
2. *Bals R.* Beitrag zur Frage der Vorausberechnung bergbaulicher Senkungen // *Markscheidew.* Vol. 42. 1931. pp. 98–111.
3. *Beyer F.* On predicting ground deformation due to mining flat seams. Habilitation Thesis. 1945. Tech. Univ., Berlin.
4. *Ehrhardt W., Sauer A.* Die Vorausberechnung von Senkung, Schiefelage und Kriimmung iiber dem Abbau in flacher Lagerung // *Bergb.-Wiss.* 1961.
5. *Muller L.* Der Felsbau, Vol. 1, Stuttgart: Enke 1963.
6. *Кратч Г.* Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. – М.: Недра, 1978. – 494 с.
7. *Фадеев А. Б.* Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
8. *Кутепов Ю. И., Кутепова Н. А., Карасев М. А., Кутепов Ю. Ю.* Прогноз формоизменения намывных массивов гидроотвалов при складировании на них отвальных насыпей // *Горный журнал.* – 2016. – № 12. – С. 23–27.