

УДК [622.02:539.2/.8]:622.276/.279

**Скипочка С.И.**, д-р техн. наук, профессор,  
**Мусяенко С.П.**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.  
(ИГТМ НАН Украины)

## **НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕ- И ГАЗОДОБЫЧИ В УКРАИНЕ В КОНТЕКСТЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКОЙ И ГОРНОЙ МЕХАНИКИ**

**Скіпочка С.І.**, д-р техн. наук, професор,  
**Мусяєнко С.П.**, канд. техн. наук, ст. наук. співр.  
(ІГТМ НАН України)

## **ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ НАФТО- ТА ГАЗОВИДОБУТКУ В УКРАЇНІ В КОНТЕКСТІ ГЕОТЕХНІЧНОЇ І ГІРНИЧОЇ МЕХАНИКИ**

**Skipochka S.I.**, D. Sc. (Tech.), Professor,  
**Musienko S.P.**, Ph. D. (Tech.), Senior Researcher  
(IGTM NAS OF UKRAINE)

## **SOME PROBLEMS OF OIL AND GAS PRODUCTION IN UKRAINE IN CONTEXT OF GEOTECHNICAL AND ROCK MECHANICS**

**Аннотация.** Предмет исследований – геомеханические процессы при нефте- и газодобыче. Цель работы – формулировка проблем нефтегазодобывающей отрасли Украины в контексте геотехнической и горной механики.

Выполнен анализ состояния отрасли. Вычленены основные геомеханические проблемы при разведке и эксплуатации «новых», а также реанимации истощенных месторождений. Акцентировано внимание на геомеханическом мониторинге нефтегазовмещающих толщ и земной поверхности. Показано, что для новых месторождений наиболее актуально изучение физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния пород, а для истощенных – фильтрационно-диффузионных процессов в породах-коллекторах.

Приведена информация о разработках института, полезных при решении геомеханических проблем нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** нефтегазовые месторождения, геомеханика, свойства и состояние породного массива, мониторинг.

По показателям энергообеспеченности [1] Украина – самодостаточное государство. Занимая 0,4 % территории суши, ее сырьевые запасы составляют 5 % мировых. Прогнозные ресурсы газа на открытых месторождениях Украины составляют около 4,5 трлн. м<sup>3</sup>, из которых добыто меньше половины. Причем около 70 % углеводородов на старых (истощенных) месторождениях остаются в земле, что вдвое больше мировых показателей. 85 % газовых месторождений сосредоточено в восточном регионе. На западный и южный приходится 15 % залежей. Почти половина запасов газа размещена на месторождениях, находящихся в конечной стадии разработки. Около 90 % скважин, обеспечивающих свыше 70 % газодобычи, сконцентрировано именно на этих месторождениях. Значительное количество продуктивных пластов не разрабатывается в надежде на внедрение новейших технологий и повышение коэффициента газоотдачи.

Карта нефтегазовых месторождений Украины приведена на рис. 1.



Нефтегазовые месторождения: 1 – Старосамборское, 2 – Бориславское, 3 – Долинское, 4 – Прилукское, 5 – Ниновское, 6 – Бургуватовское, 7 – Козиевское, 8 – Решетняковское, 9 – Восточно-Саратское, 10 – Залужанское, 11 – Гриневское, 12 – Косовское, 13 – Солотвинское, 14 – Абазовское, 15 – Семенцовское, 16 – Руденковское, 17 – Перещепинское, 18 – Ефремовское, 19 – Шебелинское, 20 – Приазовское, 21 – Стрелковое, 22 – Джанкойское, 23 – Задорненское, 24 – Глебовское, 25 – Голицынское, 26 – Штормовое, 27 – Надворнянское, 28 – Талалаевское, 29 – Гнидинцовское, 30 – Анастасьевское, 31 – Качановское, 32 – Радченковское, 33 – Опошнянское, 34 – Дружелюбовское

Рисунок 1 – Карта-схема основных нефтегазовых месторождений Украины [2]

Затянувшаяся стагнация нефтегазовой отрасли в Украине обусловлена, прежде всего, отсутствием государственного финансирования, резким сокращением объемов геологоразведочных работ, использованием «старых» технологий добычи углеводородов. Эти же недостатки свойственны и частному бизнесу, который практически не вкладывает средств в прирост запасов и модернизацию технологии разработки месторождений. Катастрофическое снижение объемов поисковых работ, прекращение финансирования сейсморазведки и глубокого бурения, игнорирование практики восстановления недействующих и ликвидированных скважин привело к обвальному падению прироста запасов нефти и природного газа. Ресурсы на глубине до 3–3,5 км в основном разведаны, поэтому перспективы Украины связывают с глубинами 4–5 км, работы на которых практически приостановлены. И это несмотря на то, что по расчетам экономистов расходы, направленные на увеличение добычи нефти и природного газа, будут намного меньше, чем тратится на закупку сырья за рубежом.

В последние два года наметилась положительная тенденция к улучшению показателей работы отрасли. Например, в марте 2017 г. «Укргаздобыча» увели-

чила добычу (по сравнению с мартом 2016 г.) на 2,9 % до 1,29 млрд. м<sup>3</sup>. В Харьковской области открыто новое месторождение газа. С новой скважины глубиной 5,5 тыс. м получен промышленный дебит более 1 млн. м<sup>3</sup> газа в сутки.

Касаясь геомеханических проблем при разведке месторождений углеводородов отметим, что горные породы, слагающие коллектора нефтяных и газовых месторождений, в большинстве своем обладают выраженной горизонтальной слоистостью и связанной с этим анизотропией деформационных и прочностных свойств, которая близка к трансверсальной изотропии. Это приводит к тому, что характер и величина возникающих в окрестности скважин напряжений зависит от геометрии скважины, т. е. от угла ее наклона к слоям [3].

Если в случае вертикальной скважины (и при изотропии породы) напряжения во всех точках на контуре скважины одинаковы, то при ее отклонении от вертикали напряжения по контуру скважины становятся переменными от точки к точке. В этом случае меняется не только величина действующих напряжений, но и ориентация этих напряжений относительно плоскостей напластования, что сказывается на прочности породы в разных точках на контуре скважины [3]. Все эти обстоятельства необходимо учитывать при выборе параметров бурения и эксплуатации скважин, исключая возникновение аварийных ситуаций.

Традиционный подход к решению подобных проблем – создание математических моделей. Однако для пород с ярко выраженной анизотропией упругих и прочностных свойств попытки создать адекватные математические модели, с одной стороны, приводят к их резкому усложнению, а с другой, – к неизбежному увеличению числа деформационных и прочностных параметров, входящих в модель, экспериментальное определение которых само по себе является сложной задачей, требующей уникального лабораторного оборудования. Выходом из данной ситуации может быть физическое моделирование процессов, на основе анализа результатов которого делается заключение об оптимальных технологических параметрах проведения того или иного вида горных работ, обеспечивающих их максимальную эффективность и безопасность.

Ряд проблем геомеханического характера возникает и в процессе эксплуатации нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, что связано с фильтрацией огромных масс жидкостей и газов в пористой среде к забоям скважин. От свойств пористых сред, пластовых жидкостей и газов зависят закономерности фильтрации нефти, газа и воды, дебиты скважин, продуктивность коллектора. По мере эксплуатации залежей условия залегания нефти, воды и газа в пласте изменяются. Это сопровождается значительными изменениями свойств пород (упругости, прочности на сжатие и разрыв, пластичности), пластовых жидкостей, газов и газоконденсатных смесей [1]. Поэтому эти свойства рассматриваются в динамике – в зависимости от изменения пластового давления, температуры и других условий. Знание физики пласта способствует грамотной эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, разработке и внедрению методов повышения отдачи пластов.

В целом повышение добычи нефти и газа не только экономическая, но и научно-техническая задача, одно из ключевых звеньев которой – решение про-

блем в области геотехнической и горной механики. Обобщение материалов показало, что на стадиях разведки и добычи углеводородного сырья ведущие мировые концерны огромное внимание уделяют следующим вопросам:

- оценке физико-механических свойств и определению естественного напряженного состояния массива горных пород прямыми и косвенными методами, в том числе пород пластов-коллекторов, которые в качестве исходных данных должны использоваться при решении всех последующих задач, связанных не только с геомеханическими, но и гидрогазодинамическими процессами;

- разработке методов определения свойств и состояния пород в ненарушенном массиве, совершенствованию методического обеспечения интерпретации геомеханических процессов, происходящих при бурении геологоразведочных скважин, а также основ моделирования нефтегазовых месторождений для стадий их проектирования, обустройства и эксплуатации;

- прогнозу и обеспечению устойчивости скважин на стадиях бурения, закачки в них флюида, а также длительной эксплуатации, поскольку технологические параметры эксплуатации месторождения или подземного хранилища газа непосредственным образом связаны с геомеханическими процессами деформирования пласта-коллектора, которые могут развиваться не только в упругом, но и неупругом режиме, в зависимости от уровня нагружения скелета пласта;

- прогнозу процессов деформирования и сдвижения породного массива и земной поверхности, организации на действующих месторождениях и подземных хранилищах систем геомеханического мониторинга свойств и напряженно-деформированного состояния вмещающих и перекрывающих породных массивов, их изменения в пространстве и во времени для обоснования мер защиты и обеспечения экологической и промышленной безопасности района;

- созданию банка данных о проявлениях геомеханических процессов при разработке месторождений и эксплуатации подземных хранилищ, характере и интенсивности этих проявлений, степени их воздействию на подземные и наземные сооружения и объекты.

Известно [3], что весь жизненный цикл месторождения делится на несколько стадий (рис. 2). В зависимости от того на каком этапе своего жизненного цикла находятся месторождения их подразделяют на новые (green fields) и зрелые (brown fields). К новым месторождениям относят перспективные участки на этапе поиска и разведки, а также месторождения в I или II стадиях разработки. Такие месторождения требуют значительных капитальных вложений при отсутствии или недостаточном потоке наличности от добычи. Зрелые месторождения – месторождения в III или IV стадиях разработки не требуют таких значительных капитальных вложений, как новые. Вся инфраструктура к этому времени уже построена, система разработки реализована. Они, как правило, генерируют стабильный денежный поток даже с учетом затрат на поддержание добычи. Кроме того, зрелые месторождения, например Украины, отличаются еще и большими запасами недобытого сырья (до 70 %), поэтому их реанимация, на наш взгляд, наиболее своевременная и актуальная задача. В этой связи на первый план выдвигается одно из направлений геотехнической и горной ме-

ханики – изучение диффузионно-фильтрационных процессов в массиве горных пород.

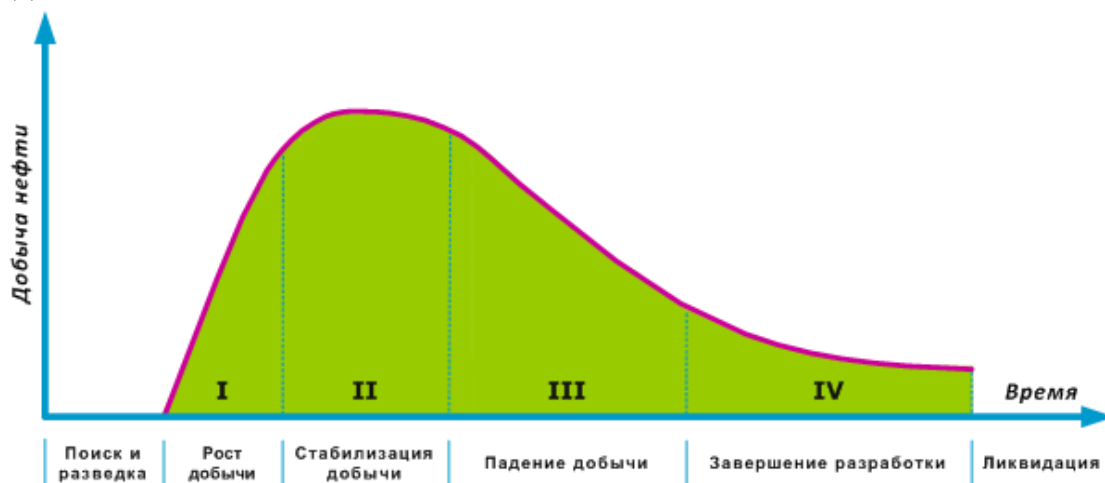


Рисунок 2 – Жизненный цикл месторождения [3]

Наиболее исследовано влияние газонасыщенности пород, в которых фильтрация газа происходит с начальным градиентом давления. Газоотдача существенно зависит от системы разработки, расстановки скважин и режима извлечения. Значительная доля газа может быть добыта лишь в период падающей добычи, когда обычно добывается суммарное количество газа существенно большее, чем планировалось в проектах разработки. Наглядным примером может служить история разработки Шебелинского месторождения [2].

В настоящее время большинство газовых и газоконденсатных месторождений разрабатываются в режиме истощения, с низкими коэффициентами отдачи из-за ретроградных потерь конденсата в пластах, затрат на подготовку газа к дальнему транспорту, ограниченность периода постоянной добычи газа. При прочих равных условиях коэффициент конденсатоотдачи возрастает при увеличении различия между начальным пластовым давлением и давлением начала конденсации, а также при повышенных температурах в пластах. Однако и в наиболее благоприятных условиях он не превышает 60 %. Эксплуатация месторождений в режиме истощения имеет и другие недостатки. В частности:

- коэффициент газоотдачи при эксплуатации месторождений в режиме истощения существенно зависит от геологических особенностей месторождений и прежде всего от активности контурных вод, а также от экономико-географических факторов, например, удаленности от потребителя;

- в условиях проявления водонапорного режима коэффициент газоотдачи обычно понижается (есть данные, что минимальные значения его в гранулярных пластах могут составить около 0,45);

- в пластах с вторичной пористостью, и прежде всего в трещиноватых, газоотдача в среднем ниже.

Приводимые в литературе высокие значения коэффициентов газоотдачи при проявлении водонапорного режима часто обусловлены тем, что их расчет проводят по отношению к промышленным запасам газа, рассчитанным объемным

методом. Последние, как показал анализ 122 залежей, для которых запасы были с высокой надежностью определены по падению давления, систематически занижены примерно на 15 % по отношению к фактическим и характеризуются случайной погрешностью на уровне 30 % [3].

На показатели разработки оказывают влияние природные факторы, определяющие термобарические условия поведения пластовых смесей, и выбор метода разработки газоконденсатных месторождений. К числу этих факторов следует относить приток тепла из недр – геотермический градиент, гравитационное поле Земли, неоднородность фильтрационно-емкостных свойств в микро- и макромасштабах, силы взаимодействия с остаточными флюидами и породой пласта-коллектора – капиллярные силы и др.

Касаясь перечисленных геомеханических проблем нефте- и газодобычи, а также реанимации старых месторождений, отметим, что в отделе механики горных пород нашего института имеется ряд разработок, которые можно успешно применить для решения геомеханических проблем отрасли. В частности, создана установка для изучения напряженно-деформированного состояние пород в режиме управляемого деформирования в вариантах нагружения, охватывающих все известные случаи поведения пород в массиве: одноосное нагружение на установке «жесткого» типа, трехосное неравнокомпонентное и объемное сжатие (моделирование пород в нетронутом массиве, а также при наличии тектонических напряжений), трехосное неравнокомпонентное сжатие с одной свободной гранью, циклические нагружения. Во всех случаях в качестве силовой установки используется пресс ПСУ-500, жесткость которого обеспечивается упругими элементами, распирающими опорные плиты нагружающего устройства [4]. В качестве таких элементов, компенсирующих инерционность прессы, применяют гидродомкраты высокого давления. В этом случае, при увеличении нагрузки на образец до предела прочности, повышенная жесткость испытательной машины обеспечивает перераспределение нагрузки между домкратами и образцом в соотношении не менее чем 10:1, что позволяет управлять процессом деформирования образца даже за пределом его прочности.

При исследованиях в трехосном неравнокомпонентном напряженно-деформированном состоянии описанная выше установка комплектуется специально разработанным устройством бокового подпора образцов [4], позволяющим создавать горизонтальное сжимающее усилие до 25 кН.

Объемное напряженно-деформированное состояние моделируется стабилометрической установкой запредельного деформирования, позволяющей в процессе испытаний изменять, в том числе и циклически, боковое давление на образец. При этом вертикальная нагрузка может достигать и превышать предел прочности образца на сжатие. При необходимости на установку может быть установлено дополнительное оборудование для моделирования фильтрационных потоков жидкости или газов. В процессе испытания образцов в непрерывном режиме ведутся измерения проницаемости породы. Таким образом, моделируя на установке проведение той или иной технологической операции, можно выбрать оптимальный для данного месторождения способ воздействия на пласт с

точки зрения увеличения дебита скважин. В частности, для большинства пород, слагающих коллекторы нефтяных и газовых месторождений, характерна существенная зависимость фильтрационных свойств от величины депрессии, причем, начиная с некоторого уровня давления в скважине и соответственно величины касательных напряжений в породе, изменения проницаемости становятся необратимыми [5].

Исследованиями отдела последних 10-15 лет раскрыты характер и механизмы деформирования пород всех категорий устойчивости. В работах показано, что состояние пород III и IV категорий устойчивости чувствительно даже к слабым дополнительным воздействиям (увлажнению, электрическим воздействиям и т. д.), наличие которых приводит к возрастанию интенсивности смещений вмещающих пород и росту размеров зоны разрушения [4]. Решение проблем повышения коэффициента газоотдачи связано с поиском воздействий, применение которых привело бы горные породы в заданное состояние путем изменения естественного, неуправляемого развития геомеханических процессов и выбором способов реализации воздействий. Основным параметром материалов, характеризующим их поведение после достижения предела прочности, считается модуль спада [4, 6]. Изучение изменений модуля спада при сложных траекториях деформирования в предельной области, в частности при локальных изменениях минимальной компоненты главных напряжений, производилось на установке объемного неравнокомпонентного сжатия. Испытания различных горных пород показали, что снижение минимальной компоненты главных напряжений в предельных состояниях приводит к дополнительному охрупчиванию и увеличению модуля спада.

Для обоснования мер защиты и обеспечения экологической и промышленной безопасности района нефтегазодобычи целесообразно использование системного подхода в виде постоянно действующего геомеханического мониторинга земной поверхности и подстилающих пород. В этом плане в отделе выполнено ряд работ, в результате которых:

- разработаны теория и методология геомеханического мониторинга геотехнических систем, как многоуровневых и многокомпонентных структур контроля и диагностики;

- обоснованы научные принципы построения диагностических моделей сложных геотехнических систем и геомеханических процессов с учетом взаимодействия контролируемых систем, обеспечивающие высокую эффективность мониторинга;

- обоснованы технические требования к приборным средствам и методологии диагностирования геотехнических систем, которые положены в основу разработанных государственных и отраслевых нормативных документов;

- разработаны научно-технические основы расследования и предупреждения аварий путем применения оперативного и долговременного контроля подземных процессов и систем.

Совокупное решение указанных задач обеспечило реализацию разработанной авторами концепции, сущность которой определяется предпосылкой – от

членения геотехнической системы для контроля отдельных объектов и процессов к синтезу и дальнейшему геомеханическому мониторингу функционирования производственного цикла всей подземной системы, с принятием руководящих решений и воздействий, обеспечивающих повышение эффективности и безопасности горных работ [7].

**Выводы.** Учитывая сегодняшнюю чрезвычайную ситуацию с обеспеченностью природным газом Украины, важность и специфику нефтегазовой отрасли необходимо возродить украинскую нефтегазогеологическую школу и научное сопровождение работ в отрасли. Без успешной методичной работы в этом направлении невозможно обеспечить энергетическую независимость Украины.

Для этого необходимо внедрить механизмы поощрения компаний относительно обязательного финансирования научно-технического сопровождения и внедрения его разработок в основные виды производства. Только в этом случае научно-техническая деятельность займет важное место в развитии нефтегазовой отрасли, а сама отрасль выйдет из состояния застоя и будет развиваться в полном соответствии с потребностями страны.

Ставка на энергоносители собственной добычи и постепенный отказ от их импорта поможет стране не только сэкономить огромные средства, но и повысить эффективность экономики, позволит создавать новые рабочие места и развивать социальную сферу.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Petroleum Related Rock Mechanics / E. Fjaer, R.M. Holt, P. Horsrud [et al.]. – Amsterdam: Elsevier Publications, 2008. – 515 pp.
2. Нефть и газ в Украине [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-2/section-8/8-6>. - Загл. с экрана.
3. Основы технологии добычи газа / А.Х. Мирзаджанзаде, О.Л. Кузнецов, К.С. Басниев, З.С. Алиев. – М.: Недра, 2003. – 880 с.
4. Виноградов, В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок / В.В. Виноградов. – К.: Наук. думка, 1989. – 192 с.
5. Скипочка, С.И. Механоэлектрические эффекты в породах и их использование в горной геофизике / С.И. Скипочка. – Д.: НГУ, 2002. – 178 с.
6. Скипочка, С.И. Элементы геомеханики углепородного массива при высоких скоростях подвигания лав / С.И. Скипочка, Б.М. Усаченко, В.Ю. Куклин. – Д.: Лира, 2006. – 248 с.
7. Геомеханічний моніторинг підземних геотехнічних систем / А.В. Анциферов, С.І. Скіпочка, А.О. Яланський [та ін.]. – Донецьк: Ноулідж, 2010. – 254 с.

#### REFERENCES

1. Fjaer, E., Holt, R.M., Horsrud, P. et.al. (2008), “Petroleum Related Rock Mechanics”, Elsevier Publications, Amsterdam, Netherlands.
2. Energy: history, present and future (2013), “Oil and gas in Ukraine”, available at: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-1/part-2/section-8/8-6>, (Accessed 26 December 2016).
3. Mirzadzhanzade, A.H., Kuznetsov, O.L., Basniev, K.S. and Aliev, Z.S. (2003), *Osnovy tekhnologii dobychi gaza* [Basics of gas production technology], Nedra, Moscow, Russia.
4. Vinogradov, V.V. (1989), *Geomekhanika upravleniya sostoyaniem massiva vblizi gornyx vyrabotok* [Geomechanic of control by the state of array near the rock making], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
5. Skipochka, S.I. (2002), *Mekhanoelektricheskie efekty v porodakh i ikh ispolsovanie v gornoy geofizike* [Mechanoelectrical effects in rocks and their use in mining geophysics], NGU, Dnepropetrovsk, Ukraine.



6. Skopochka, S.I., Usachenko, B.M. and Kuklin, V.Yu. (2006), *Elementy geomekhaniki ugleporodnogo massiva pri vysokikh skorostyakh podviganiya lav* [Elements of geomechanics of a coal-bearing massif at high speeds of lavas], Lira, Dnepropetrovsk, Ukraine.

7. Antsiferov, A.V., Skopochka, S.I., Yalanskiy, A.O. et.al (2010), *Geomekhanichnyy monitoring pidzemnykh geotekhnichnykh system* [Geomechanical monitoring of underground geotechnical systems], Nou-lidg, Donetsk, Ukraine.

---

### Об авторах

**Скпочка Сергей Иванович**, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом механики горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [skopochka@ukr.net](mailto:skopochka@ukr.net).

**Мусяненко Сергей Петрович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник в отделе механики горных пород, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [mispdop@i.ua](mailto:mispdop@i.ua).

### About the authors

**Skopochka Sergei Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Head of Rock Mechanics Department, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, [skopochka@ukr.net](mailto:skopochka@ukr.net).

**Musienko Sergei Petrovich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Rock Mechanics, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepr, Ukraine, [mispdop@i.ua](mailto:mispdop@i.ua).

---

**Анотація.** Предмет досліджень - геомеханічні процеси при нафто- і газовидобутку. Мета роботи - формулювання проблем нафтогазовидобувної галузі України в контексті геотехнічної і гірничої механіки.

Виконано аналіз стану галузі. Відокремлені основні проблеми геомеханічного характеру при розвідці та експлуатації «нових», а також реанімації виснажених родовищ. Акцентовано увагу на геомеханічний моніторинг підстиляючих порід і земної поверхні. Показано, що для нових родовищ найбільш актуальне є вивчення фізико-механічних властивостей і напружено-деформованого стану порід, а для виснажених – фільтраційно-дифузійних процесів в породах-колекторах.

Наведено інформацію про розробки інституту, які можуть бути корисні при вирішенні геомеханічних проблем нафтогазової галузі.

**Ключові слова:** нафтогазові родовища, геомеханіка, властивості і стан породного масиву, моніторинг.

**Abstract.** Geomechanical processes in oil and gas production were the subject of the research. Objective of the research was to formulate problems occurred during oil and gas production in Ukraine in context of geotechnical and rock mechanics.

State of the industry was analyzed. Main problems of geomechanical nature were identified for exploration and exploitation of new deposits, as well as for reanimation of depleted fields. Attention was focused on geomechanical monitoring of oil-and-gas-bearing thicknesses and the earth surface. It is shown, that most valuable aspects to be studied in the new deposits are physical and mechanical properties, as well as stress-strain state of the rocks, and in the depleted fields - are filtration and diffusion processes in reservoir rocks.

Information is provided about the Institute of Geotechnical Mechanics projects, which can be useful in solving geomechanical problems in oil and gas industry.

**Keywords:** oil and gas deposits, geomechanics, rock state and properties, monitoring.

*Статья поступила в редакцию 14.03.2017*

*Рекомендовано к публикации д-ром геологических наук Безручко К.А.*