

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Теоретичний аналіз кровотоку тварин за наявності пульсацій тиску/ Гуцол Т. Д. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – No 33(1255). – С. 112–116.– Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Теоретический анализ кровотока животных при наличии пульсаций давления/ Гуцол Т. Д. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – No 33(1255). – С. 112–116.– Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Theoretical analysis of blood stream of animals at presence of pulsations of pressure/ Hutsol T. // Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – No 33 (1255).– P.112–116. – Bibliogr.:10. – ISSN 2079-5459**

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Гуцол Тарас Дмитрович** – кандидат технічних наук, доцент, Подольський державний аграрно-технічний університет, ул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольський, Хмельницька обл., Україна, 32300, e-mail: [tte.nniekt@ukr.net](mailto:tte.nniekt@ukr.net).

**Гуцол Тарас Дмитрівич** – кандидат технічних наук, доцент, Подольський державний аграрно-технічний університет, вул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольський, Хмельницька обл., Україна, 32300, e-mail: [tte.nniekt@ukr.net](mailto:tte.nniekt@ukr.net).

**Hutsol Taras** – PhD, associate professor, Podolsky state agrarian and technical university, st. Shevchenko, 13, Kamyanets-Podolsky, Khmelnytsky region, Ukraine, 32300, e-mail: [tte.nniekt@ukr.net](mailto:tte.nniekt@ukr.net).

УДК 504.054

**С. А. ГРИНЬ, А. С. БОСЮК, О. А. ЛАПТИЙ**

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОВ ДОБЫЧИ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассматриваются экологические проблемы методов добычи сланцевого газа в Харьковской области. Для выявления проблем было рассмотрено виды добычи газа на Слобожанщине и в странах с развитой экономикой. Фрекинг имеет ряд недостатков: загрязнение подземных горизонтов, воздействие на поверхностные водоемы, сейсмические риски, выбросы. В ходе исследования и сравнительного анализа методов извлечения залежей сланцевого газа, установлено ряд преимуществ инновационных и модернизированных способов над методом гидроразрыва пласта. Были предложены пути решения выявленных проблем, которые заключаются в оптимизации процессов добычи.

**Ключевые слова:** сланцевый газ, фрекинг, гидроразрыв пласта, окружающая природная среда, плес, недра.

Розглядаються екологічні проблеми методів видобутку сланцевого газу в Харківській області. Для виявлення проблем було розглянуто способи видобутку газу на Слобожанщині та в країнах з розвинутою економікою. Фрекінг має ряд недоліків: забруднення підземних горизонтів, вплив на поверхневі води, сейсмічні ризики, викиди. Шляхом дослідження та порівняльного аналізу методів видобутку покладів сланцевого газу, встановлено ряд переваг інноваційних та модернізованих методів над способом гідророзриву пласта. Було запропоновано шляхи вирішення існуючих проблем, які полягають в оптимізації процесу видобутку.

**Ключові слова:** сланцевий газ, фрекінг, гідророзрив пласта, навколишнє природне середовище, плес, надра.

The ecological problems of the methods of extraction of shale gas in the Kharkov region are considered. To identify problems, the types of gas production in Slobozhanshchina and in advanced economies were considered. Frecking has a number of shortcomings: pollution of underground horizons, impact on surface water bodies, seismic risks, emissions. In the course of the study and a comparative analysis of the methods of extraction of shale gas deposits, a number of advantages of innovative and modernized methods over the hydraulic fracturing method have been established. Ways were proposed to solve the identified problems, which are to optimize the production processes. Ecological problems of methods of extraction of shale gas in the Kharkov region consist in: pollution of underground horizons, impact on surface water bodies, seismic risks, emissions.

The extraction methods in the region are undeveloped and are a threat to the natural environment. To optimize production processes and to avoid anthropogenic catastrophe, it is necessary to take into account the experience of solving similar problems by other countries, such as Japan, China, Saudi Arabia and the United States. Ukraine has a reserve of minerals and needs to rationalize their extraction and further use.

It is necessary to realize that environmental problems always accompany the sectors of heavy metallurgy, mining, oil refining and gas production. These problems have a solution, but are accompanied by serious economic costs.

**Keywords:** shale gas, frecking, hydraulic fracturing of the reservoir, surrounding natural environment, shattering, subsoil.

**Введение.** Актуальность данной проблемы заключается в том, что современная технология добычи сланцевого газа в Харьковской области может привести к пагубному воздействию на состояние окружающей природной среды. Угрозой для Слобожанщины являются методы извлечения полезного ископаемого из земных недр, такие как фрекинг. Данный способ представляет собой технологию добычи газа, которая

позволяет увеличить количество добываемого сырья путём гидравлического разрыва пласта (ГРП). Эффект гидроудара осуществляется за счет закачивания в скважину воды, песка, химикатов, после чего происходит разрыв «карманов», в которых хранится сырьё. В результате чего, целевой продукт поднимается на поверхность.

© С. А. Гринь, А. С. Босюк, О. А. Лаптий. 2017

**Добыча сланцевого газа путем фрекинга.** Рассмотрим определение понятия сланцевый газ. Сланцевый газ – это природный газ, который добывается из сланцевых пород и состоит в основном из метана. Горючие сланцы образуют на территории Украины мощные залежи около 600 млрд тонн, на территории Черкасской, Волынской и Харьковской области. Вышеупомянутый метод добычи газа является наиболее распространенным.

Для получения газа необходимо провести бурение вертикальной скважины с системой горизонтальных разветвлений по глубине, а также гидроразрыв пласта и продвинутое сейсмическое моделирование. Глубина залегания газоносных сланцев, как и традиционных месторождений нефти и газа, находится в очень широком диапазоне от 150 до 4 100 м, при этом мощности пластов находятся в диапазоне от 6 до 600 м. Высокая плотность породы и как следствие низкие фильтрационно-емкостные свойства предопределяют необходимость бурения большого количества горизонтальных скважин и применение технологии гидро-

разрыва пласта (ГРП). На разрабатываемых полях применяется от 5 до 12 стадий ГРП. Длина горизонтального ствола варьируется от 700 до 3 000 м. Данные факторы существенно влияют на стоимость скважины и себестоимость добываемого газа.

При гидроразрыве расходуется очень большое количество воды – от 4 до 12 тысяч тонн (на один гидроудар). Вода может использоваться вторично, но этот факт не уменьшает негативное влияние на прилегающие территории и акватории. Состав раствора для гидроудара может включать до 600 наименований различных химических соединений. Конечно, в растворе содержатся и обычные соли, но в список входят и сильные яды, в том числе кислоты, тяжелые металлы, мышьяк, толуол, бензол и т.д.

Фрекинг сопряжен с возможным ущербом для окружающей среды: загрязнение подземных питьевых вод, применение химикатов для гидроразрыва, уничтожение существующего почвенного слоя, нарушение гидродинамического режима в недрах, что может вызвать землетрясение.

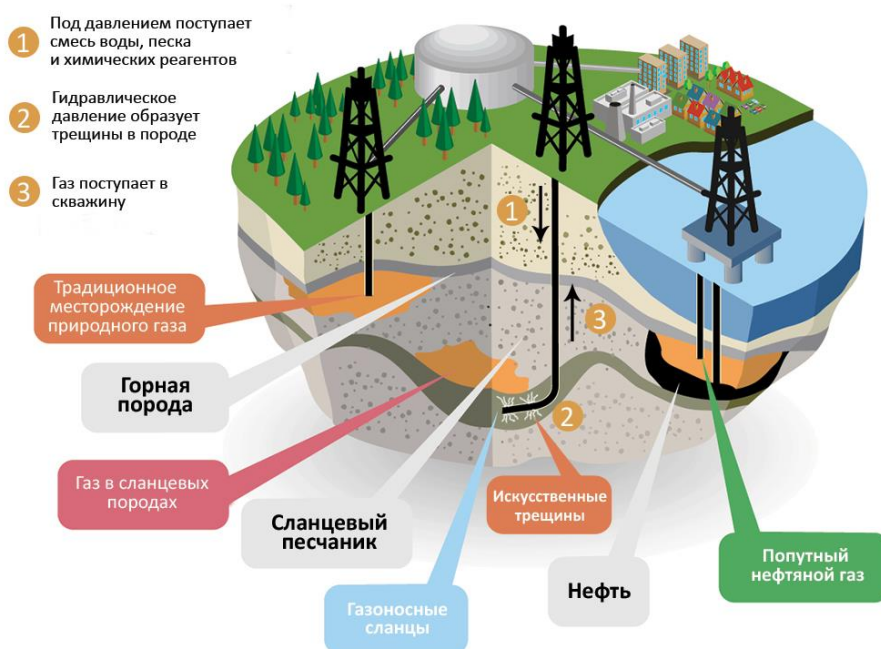


Рис. 1 – Способ добычи сланцевого газа – гидроразрыв пласта

Есть мнение, что технология совершенно безопасна, однако, результаты мониторинга окружающей природной среды свидетельствуют об обратном. Со слов экологов, в результате гидроразрывов вода под большим давлением вместе со всеми содержащимися в ней вредными химическими веществами попадает в грунтовые воды и может быть использована не только в домашнем водопроводе, но и как источник питьевой воды. Помимо загрязнения подземных вод существует такая проблема как явные загрязнения территорий вокруг буровых вышек (отстойники с ядовитой водой).

Исследования показывают, что вблизи газовых скважин в районах активной добычи сланцевого газа концентрация метана в подпочвенных водах значительно выше, чем в районах, где нет деятельности по бурению и гидроразрыву пласта. Были даже известны случаи, когда вода, взятая из источников с высокой

концентрацией в Пенсильвании, могла «гореть» [7]. Помимо метана в подпочвенных водах были обнаружены также этан, пропан и другие углеводороды, которые не могут иметь биогенную природу.

Преимущества добычи сланцевого газа в отличие от крупнейших традиционных месторождений – близость к центрам потребления. Но этот же фактор накладывает дополнительные ограничения по экологии. Добыча сланцевого газа сталкивается и с серьезными экологическими ограничениями ввиду большого охвата площадей и значительного и интенсивного нарушения целостности недр.

Среди основных экологических проблем, приписываемых разработке газосланцевых пластов, можно выделить следующие:

- загрязнение подземных горизонтов;
- воздействие на поверхностные водоемы;

- сейсмические риски;
- выбросы.

**Загрязнение подземных горизонтов.** Загрязнение может происходить не только углеводородами сланцевого газа, но и другими веществами, содержащимися, в частности, в жидкости гидроразрыва. Так, по данным Массачусетского технологического института, в 43 случаях загрязнения воды в 2010 г. в США в ходе бурения 20 000 скважин и гидроразрыва пласта 48 % случаев были связаны с загрязнением подземных вод компонентами жидкости гидроразрыва пласта или сланцевым газом, 33 % — с разливом загрязненных вод на буровой площадке, 10 % — с утечками при транспортировке сточных вод и аварийными выбросами вод обратного притока, 9 % — с последующими операциями с удаленными сточными водами [9].

Геологи подсчитали, что в диапазоне между питьевыми водоносными горизонтами и газонасыщенными сланцами находятся по меньшей мере 9 слоев непроницаемых пород, каждый из которых выступает в качестве барьера для вертикального распространения любых веществ, как газа, так и жидкостей. Поскольку прямое загрязнение подземных источников питьевой воды через трещины, образовавшиеся в результате проведения ГРП, потребуют распространения жидкости для ГРП через сотни метров вверх за границы целевого формирования через многие слои других пород, такое загрязнение весьма маловероятно [1].

**Воздействие на поверхностные водоемы.** Экологические проблемы методов добычи сланцевого газа в Харьковской области заключаются в заборе из водоемов или других источников водоснабжения больших объемов воды, а также, с загрязнением поверхностных вод веществами, содержащимися в жидкости обратного притока, даже если эта жидкость подвергается предварительной очистке [8].

Существенной проблемой для экологического состояния региона является время закачки жидкости в пласт и процесс гидроразрыва, в результате которого происходит разрушение горных пород и вымывание из них различных химических веществ. Исходными компонентами жидкости гидроразрыва и растворенные, взвешенные вещества оказываются на поверхности. Жидкость обратного притока со временем откачивается с места разработки и направляется на очистку. В ходе процесса откачки при транспортировке по трубопроводам возможны проливы жидкости, что влечет за собой загрязнение почвы или поверхностных водоемов. Так как жидкость обратного притока содержит органические и неорганические вещества, многие из которых обладают токсичностью или мутагенным действием, попадание смеси данных веществ в почву или водоемы неизбежно приводит к гибели или деградации природных экосистем [11].

Состав жидкостей для ГРП в каждом случае будет индивидуален по составу химических реагентов. Эти вещества могут быть опасными при достаточной концентрации и, исходя из этого, необходимо позволить регулирующим органам и специалистам по здравоохранению производить тестирование воды и почвы. В настоящее время, ряд сервисных компаний проводят исследования по улучшению состава жидкостей

для ГРП, что способствует снижению экологических рисков. С этой же целью, для хранения и очистки жидкостей, необходимо использование закрытых резервуаров с постоянной проверкой герметичности всех соединений и целостности самих резервуаров для избегания разливов вредных веществ на поверхность.

**Сейсмические риски.** Не менее серьезным риском, связанным с добычей сланцевого газа, является возможность того, что бурение скважин и проведение ГРП может привести к возникновению низкомагнитудных землетрясений [1].

В 2008 и 2009 годах в городе Клебурн, штат Техас, произошли несколько землетрясений, магнитудой до 3,3 баллов по шкале Рихтера. За всю историю существования, в этом городе никогда не были зарегистрированы землетрясения, исходя из этого, некоторые жители предположили, что это напрямую связано с методами добычи сланцевого газа. Исследования, проведенные сейсмологами, не нашли убедительной связи между проведением ГРП и этими землетрясениями. В то время как процесс ГРП сопровождается большим количеством микросейсмических событий (микроземлетрясениями), обнаружить их следы на поверхности практически невозможно. От проведения столь частых операций ГРП и способности сланцев легко расщепляться на отдельные пластины, могут возникнуть техногенные катастрофы [1].

**Выбросы.** Выбросы, связанные с бурением скважин в зоне высоких давлений и с закачкой под давлением жидкостей для ГРП, можно рассмотреть на примере скважин в Пенсильвании и Западной Вирджинии, где во время буровых работ на газосланцевом поле Marcellus оправдались общественные и экологические риски. Операторы сообщили, что выброс произошел, по причине неисправности оборудования, не рассчитанного на столь высокое давление. На глубине порядка 300 м, в заброшенной угольной шахте, буровики столкнулись с карманом метана, а противоподающее оборудование еще не было установлено. Такие катастрофы, подчеркивают потребность в высоком уровне профессионализма рабочего персонала в любых ситуациях [10].

Министерство экологии и природных ресурсов Украины осуществляет наблюдение за состоянием поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, ландшафтов. По данным мониторинга, в Харьковской области одним из наиболее серьезных загрязнителей атмосферного воздуха является ПАО «Укргаздобыча» филиал ГПУ «Шебелинкагаздобыча». По сводке статистических данных, в 2015 году выбросы предприятия (диоксидов серы, оксидов азота, оксидов и диоксидов углерода, метана, неметановых легких органических соединений и веществ в виде суспензированных твердых частиц) составил 4,58 тыс. тонн.

**Модернизация гидроразрыва пласта.** Появление новых технологий подстегнуло и усовершенствование традиционного фрекинга. Разные страны и компании находят свои технологические решения в усовершенствовании гидроразрыва пласта (ГРП). Например, в Японии исследовательская команда из Киотского университета предложила вместо воды использовать углекислый газ. Это не только экологично

(позволяет бороться с глобальным потеплением), но и экономно – происходит увеличение коэффициента извлечения газа благодаря разрыву породы газом на более мелкие части [12].

В Канаде компания GasFrac предложила рынку свой метод осуществления гидроразрыва пласта. Его суть заключается в замене воды гелием, содержащим пропан. Этот элемент уже содержится в грунте и действует намного мягче на окружающую среду, чем другие химические вещества, используемые в ГРП.

В США энергоконцерн Halliburton сосредоточился на системе очистки воды CleanWave. Она удаляет вредные вещества из использованной в ГРП воды путем положительно заряженных ионов. Еще одно предложение от Halliburton – система мембранной дистилляции – повторного использования воды в гидроразрыве пласта без смешивания с пресной водой.

В Китае корпорация Reson Technology сообщила о создании усовершенствованной технологии ГРП, позволяющей работать в более сложных геологических условиях и снизить затраты на гидроразрыв.

В течение нескольких лет в ГРП используется инновационный способ подачи керамического пропанта в пласт. Он непрерывно подается во время осуществления гидроразрыва и полностью заполняет образовавшуюся от ГРП трещину. В случае с использованием кластерной технологии пропант подается в скважину попеременно со специальным синтетическим волокном. Это дает возможность создавать каналы внутри трещины и, в свою очередь, сокращать на 40–50 % количество пропанта для гидроразрывов. При этом стоимость ГРП удешевляется в два–три раза, а производственная и экономическая активность значительно повышается.

Основным полигоном для новой технологии является Саудовская Аравия. Учитывая, что в Саудовской Аравии вода – один из самых дефицитных товаров, новый метод рассчитан именно на нее. В этой стране главным вызовом для специалистов-модернизаторов ГРП является добыча углеводородов из резервуаров трещинного типа, так называемых карбонатных пластов. В подобных условиях, по некоторым данным, находится около 60 % мировых нефтяных залежей и около 40 % газовых.

Ранее добыча углеводородов в карбонатных пластах велась при помощи интенсификации – закачки в скважину раствора соляной кислоты (85 %), который просачивался вглубь пласта и разветвлялся, оставляя заметные следы. Часто при таком подходе раствор не добирался до нужных резервуаров с углеводородами. При этом проблемы в Саудовской Аравии с ГРП в целом идентичны с теми, перед которыми стоят и другие страны. Подчеркнем, что стоимость применения технологии гидроразрыва пласта становится малорентабельной при нынешних ценах на нефть.

Суть метода добычи углеводородов компанией Fishbones состоит в установлении труб со встроенными иглами в горизонтальные и вертикальные скважины и соединение их в единую систему. Когда начинается закачивание раствора кислоты в скважину, давление жидкости толкает иглы вглубь породы. Глубина прохода игл составляет около 12 м практически во

всех направлениях от основной скважины. Таким способом в породе создаются небольшие туннели, которые называют боковыми стволами. Именно эти боковые стволы в сумме с основной скважиной создают подобие «рыбьего скелета». Именно по этим туннелям, столь похожим на рыбы кости, позже и происходит выкачка углеводородов.

Проталкивая специальную жидкость внутрь карбонатного пласта с помощью боковых туннелей, технология Fishbones создает контакт кислоты с большим количеством естественных трещин в самой породе. Именно целенаправленное создание боковых стволов и является инновацией. Она позволяет уменьшить затраты и усилия для достижения нужных пластов. Важным является полный контроль направления и давления при подаче жидкости в скважину.

Подход Fishbones к модернизации технологии ГРП фундаментально отличается от вышеупомянутых методов. Эффективный и точечный гидроразрыв пласта, в случае успеха технологии Fishbones, основанный на радикальном уменьшении затрат жидкости и себестоимости самого ГРП, вполне может стать новой основой для запуска следующих волн «сланцевой революции» [2].

По состоянию на конец 2011г. МЭА оценивает ресурсы технически извлекаемого нетрадиционного газа в мире в 328 трлн.куб.м, включая 200 трлн.куб.м сланцевого газа [5].

**Предотвращение экологических рисков.** Для предотвращения экологических рисков, в первую очередь необходимо выделить основные проблемы методов добычи сланцевого газа не только в Харьковской области, но и во всех странах, в целом [6].

Во-вторых, следует учесть опыт решения подобных проблем в странах с развитой экономикой.

Использование углекислого газа вместо воды является усовершенствованным методом фрекинга. Он не только безопасен для экологического состояния окружающей природной среды (позволяет бороться с глобальным потеплением), но и экономически оправдан.

Метод осуществления гидроразрыва пласта, суть которого заключается в замене воды гелием, содержащим пропан, действует намного мягче на окружающую среду, чем другие химические вещества, используемые в ГРП [3].

Существует решение, сосредоточенное на системе очистки воды. Она удаляет вредные вещества из использованной в ГРП воды путем положительно заряженных ионов. Еще одно предложение – система мембранной дистилляции – повторного использования воды в гидроразрыве пласта без смешивания с пресной водой.

**Выводы.** Экологические проблемы методов добычи сланцевого газа в Харьковской области заключаются в: загрязнении подземных горизонтов, воздействии на поверхностные водоемы, сейсмических рисках, выбросах. Методы добычи в регионе являются неусовершенствованными и несут угрозу для окружающей природной среды.

Для оптимизации процессов добычи и во избежание техногенной катастрофы необходимо учесть

опыт решения подобных проблем другими странами, такими как Япония, Китай, Саудовская Аравия и США.

Украина имеет запас полезных ископаемых и нуждается в рационализации их извлечения и дальнейшего использования.

Необходимо осознание того, что экологические проблемы всегда сопутствуют отраслям тяжелой металлургии, добычи полезных ископаемых, нефтепере-

рабатывающим и газодобываемым производствам. Эти проблемы имеют решение, но сопровождаются серьезными экономическими затратами.

Население Украины, в целом, и правительство, в частности, должны взять на себя ответственность за будущее страны и ввести экологическую стандартизацию и ответственность в области добычи газа, чтобы не допустить глобальных последствий для экологии и экономики [4].

#### Список литературы:

1. Сорокин, С. Н. Основные проблемы и перспективы добычи сланцевого газа [Электронный ресурс] / С. Н. Сорокин, А. А. Горячев // Режим доступа: [https://www.eriras.ru/files/Sorokin\\_Goryachev\\_OEPEE\\_slanec.pdf](https://www.eriras.ru/files/Sorokin_Goryachev_OEPEE_slanec.pdf)
2. Рукомед, Р. Сланцевая революция: второе дыхание [Электронный ресурс] / Р. Рукомед // Терминал. – 2015. – Режим доступа: <http://oilreview.kiev.ua/2015/11/01/slancevaya-revolyuciya-vtoroe-dyhanie/>
3. Мельникова, С. Первые 5 лет «сланцевой революции»: что мы теперь знаем наверняка? [Текст] / С. Мельникова, С. Сорокин, А. Горячева, А. Галкина. – Москва, 2012. – 48 с. – Режим доступа: [https://www.eriras.ru/files/slancjevyj\\_gaz\\_5\\_ljet\\_nojabr\\_2012.pdf](https://www.eriras.ru/files/slancjevyj_gaz_5_ljet_nojabr_2012.pdf)
4. Белов, С. В. Охрана окружающей среды [Текст] / С. В. Белов, Ф. А. Барбинов, А. Ф. Козьяков; ред. С. В. Белов. – М.: Высшая школа, 1991. – 320 с.
5. Буктышнов, А. Д. Природа мира: леса [Текст] / А. Д. Буктышнов, Б. И. Грошев, Г. В. Крылов. – М.: Мысль, 1981. – 316 с.
6. Никаноров, А. М. Глобальная экология [Текст]: уч. пос. / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. – М.: Изд. ПРИОР, 2000. – С. 85–90.
7. Somova, Y. Investigation of surface water quality in magnitogorsk industrial area for the environmental estimation of technogenic watercourse state [Text] / Y. Somova, E. Degodia, E. Kasatkina, A. Peryatinskiy, A. Kudryashov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 3, Issue 10 (87). – P. 74–81. doi: [10.15587/1729-4061.2017.102374](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102374)
8. Osborn, S. G. Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing [Text] / S. G. Osborn, A. Vengosh, N. R. Warner, R. B. Jackson // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2011. – Vol. 108, Issue 20. – P. 8172–8176. doi: [10.1073/pnas.1100682108](https://doi.org/10.1073/pnas.1100682108)
9. Lechtenbohmer, S. Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health [Text] / S. Lechtenbohmer et. al. – ENVI, 2011. – 91 p.
10. Schein, G. Ultra Lightweight Proppants: Their Use and Application in the Barnett Shale [Text] / G. Schein, P. Carr, P. Canan, R. Ray // Proceedings of SPE Annual Technical Conference and Exhibition. – 2004. doi: [10.2523/90838-ms](https://doi.org/10.2523/90838-ms)
11. Lustgarten, A. Buried Secrets: Is Natural Gas Drilling Endangering U.S. Water Supplies? [Text] / A. Lustgarten. – New York: Pro Publica, 2008.
12. Ineson, R. Changing Geography of North American Natural Gas [Text] / R. Ineson. – INGAA Foundation, 2008.

#### Bibliography (transliterated):

1. Sorokin, S. N., Goryachev, A. A. Osnovnye problemy i perspektivy dobychi slantseвого gaza. Available at: [https://www.eriras.ru/files/Sorokin\\_Goryachev\\_OEPEE\\_slanec.pdf](https://www.eriras.ru/files/Sorokin_Goryachev_OEPEE_slanec.pdf)
2. Rukomeda, R. (2015). Slantsevaya revoljutsiya: vtoroe dyhanie. Terminal. Available at: <http://oilreview.kiev.ua/2015/11/01/slancevaya-revoljuciya-vtoroe-dyhanie/>
3. Mel'nikova, S., Sorokin, S., Goryacheva, A., Galkina, A. (2012). Pervye 5 let «slantsevoy revoljutsii»: chto my teper' znaem navernyaka? Moscow, 48. Available at: [https://www.eriras.ru/files/slancjevyj\\_gaz\\_5\\_ljet\\_nojabr\\_2012.pdf](https://www.eriras.ru/files/slancjevyj_gaz_5_ljet_nojabr_2012.pdf)
4. Belov, S. V., Barbinov, F. A., Koz'yakov, A. F.; Belov, S. V. (Ed.) (1991). Ohrana okruzhayushchey sredy. Moscow: Vysshaya shkola, 320.
5. Buktyshnov, A. D., Groshev, B. I., Krylov, G. V. (1981). Priroda mira: lesa. Moscow: Mysl', 316.
6. Nikanorov, A. M., Horuzhaya, T. A. (2000). Global'naya ekologiya. Moscow: Izd. PRIOR, 85–90.
7. Somova, Y., Degodia, E., Kasatkina, E., Peryatinskiy, A., Kudryashov, A. (2017). Investigation of surface water quality in magnitogorsk industrial area for the environmental estimation of technogenic watercourse state. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (10 (87)), 74–81. doi: [10.15587/1729-4061.2017.102374](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102374)
8. Osborn, S. G., Vengosh, A., Warner, N. R., Jackson, R. B. (2011). Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108 (20), 8172–8176. doi: [10.1073/pnas.1100682108](https://doi.org/10.1073/pnas.1100682108)
9. Lechtenbohmer, S. et. al. (2011). Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health. ENVI, 91.
10. Schein, G., Carr, P., Canan, P., Ray, R. (2004). Ultra Lightweight Proppants: Their Use and Application in the Barnett Shale. Proceedings of SPE Annual Technical Conference and Exhibition. doi: [10.2523/90838-ms](https://doi.org/10.2523/90838-ms)
11. Lustgarten, A. (2008). Buried Secrets: Is Natural Gas Drilling Endangering U.S. Water Supplies? New York: Pro Publica.
12. Ineson, R. (2008). Changing Geography of North American Natural Gas. INGAA Foundation.

Поступила (received) 16.09.2017

#### Бібліографічні описання / Bibliographic descriptions

**Екологічні проблеми методів видобутку сланцевого газу в Харківській області/ Гринь С. А., Босюк А. С., Лаптії О. А.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 116–121.– Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2079-5459.

**Екологічні проблеми методів видобутку сланцевого газу в Харківській області/ Гринь С. О., Босюк А. С., Лаптії О. О.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 33(1255). – С. 116–121.– Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2079-5459.

**Ecological problems of methods of extraction of shale gas in the Kharkov region/ Gryn S., Bosyuk A., Laptii O.** // Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2017. – № 33 (1255). – P. 116–121.– Bibliogr.:12. – ISSN 2079-5459

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Гринь Светлана Александровна** – Кандидат технических наук, доцент, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002.

**Гринь Світлана Олександрівна** – Кандидат технічних наук, доцент, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Gryn Svetlana** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chair of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Босюк Алена Сергеевна** – студентка, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002; e-mail: bosyuk0614@ukr.net.

**Босюк Альона Сергіївна** – студентка, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002;

**Bosyuk Alyona** – student, Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002;

**Лаптий Ольга Александровна** – студентка, Кафедра химической техники и промышленной экологии, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, Украина, 61002; e-mail: olya.laptiy@gmail.com.

**Лаптий Ольга Олександрівна** – студентка, Кафедра хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: olya.laptiy@gmail.com.

**Lapty Olga** – student, Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», st. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

**УДК 614.8.084****Н. В. РАШКЕВИЧ****АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБІВ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОЛІГОНАХ ДЕПОНУВАННЯ ВІДХОДІВ**

У роботі проведений аналіз ефективності застосування способів раннього виявлення мікро джерел надзвичайних ситуацій (пожеж) на полігонах депонування відходів. Обґрунтована доцільність використання дистанційних методів контролю ступеня забруднення атмосферного повітря, визначення первинних ознак пожежі (підвищенні температури, наявність токсичних речовин). Встановлені потреби підвищення достовірності результатів досліджень шляхом врахування значного числа змінних факторів при математичному моделюванні фізико-хімічних процесів на території полігонів. Результати досліджень представляють практичний інтерес при забезпеченні техногенно-екологічній безпеці у сфері поводження з відходами.

**Ключові слова:** відходи, безпека, надзвичайні ситуації, засоби контролю, моніторинг, ГІС-технології, лазерний комплекс.

В работе проведен анализ эффективности применения способов раннего выявления микро источников чрезвычайных ситуаций (пожаров) на полигонах депонирования отходов. Обоснована целесообразность использования дистанционных методов контроля степени загрязнения атмосферного воздуха, определения первичных признаков пожара (повышенные температуры, наличие токсических веществ). Установлена необходимость повышения достоверности результатов исследований путем учета значительного числа переменных факторов при математическом моделировании физико-химических процессов на территории полигонов. Результаты исследований представляют практический интерес при обеспечении техногенно-экологической безопасности в сфере обращения с отходами.

**Ключевые слова:** отходы, безопасность, чрезвычайные ситуации, средства контроля, мониторинг, ГИС-технологии, лазерный комплекс.

In the work the analysis of scientific studies that are associated with using contact, remote and biological methods for pollution control and early detection of micro fire sources in the body of the landfill with waste. Found that control air quality primarily is based on laboratory chemical sampling and analysis of samples to obtain statistical information without identifying the specific contribution of contaminants from disposal sites. Remote monitoring tools (GIS-technology, laser system) are an effective way of detecting contamination, as well as the origin of the primary signs of fire. Indicators of the initial stage of the emergency there may be toxic substances or the increase in air temperature above the surface of the landfill. Need of increase of reliability of research results by taking into account the significant number of variables in the mathematical modeling of physicochemical processes on the territory of polygons. The research results are of practical interest in ensuring technogenic-ecological safety in the sphere of waste management.

**Keywords:** waste, safety, emergency situations, danger, means of control, monitoring, GIS-technology, laser.

**Вступ.** Природоохоронні зусилля та заходи щодо оздоровлення навколишнього природного середовища часом виявляються марними внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій (НС), які у більшості випадках супроводжуються пожежами, вибухами, викидом

небезпечних токсичних, хімічних, радіоактивних, біологічних речовин. Це становить загрозу для існування живих організмів, життя та здоров'я населення.

© Н. В. Рашкевич. 2017