

УДК 622.257.1; 622.324.5

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Баёв М. А., ст. преподаватель кафедры ТиГМ

Шевцов А. Г., студент гр. ФПс-111, V курс

Научный руководитель: Хямяляйнен В. А., д.т.н., проф., зав. кафедрой ТиГМ
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

За последние годы на кафедре теоретической и геотехнической механики Кузбасского государственного технического университета, благодаря научной деятельности преподавателей и студентов, сложилось несколько направлений исследований, в числе которых уже исторически закрепилось такое направление, как тампонаж горных пород. Тампонажные завесы применяются в угольной промышленности и других направлениях горного дела с целью водоподавления и повышения устойчивости породного массива путем инъекции в них скрепляющих растворов. В связи с тем, что в качестве таких растворов чаще всего используется цементные, завесы также называют цементационными.

С появлением в Кузбассе совершенно новой для России отрасли промышленности – добычи метана из нетронутых угольных пластов – исследования в области цементации приобрели еще большую важность для региона. Как и при разработке традиционных месторождений нефти и газа, промышленная добыча метана осуществляется пробуренными с поверхности скважинами, которые вскрывают продуктивные угольные пласты. Надежность и долговечность скважины в значительной степени зависит от качества цементирования затрубного пространства. Успешное выполнение данной операции, кроме решения основных задач, позволяет снизить риск возникновения ситуаций, влекущих за собой экологический и экономический ущерб. В свою очередь, качество цементировочных работ зависит в том числе от правильного подбора рецептуры тампонажного раствора, т.е. его свойств и свойств образующегося цементного камня. Поэтому была поставлена задача обоснования состава тампонажного раствора, применение которого при строительстве метаноугольных скважин на промыслах Кузбасса позволит достичь высокого качества цементирования.

Мировой опыт промышленной добычи метана угольных месторождений показал необходимость использования для крепления метаноугольных скважин облегченных тампонажных растворов [1]. Самым распространенным способом получения таких растворов является использование облегчающих добавок, в качестве которых можно использовать промышленные отходы

(топливные золы и шлаки, доменные гранулированные шлаки), алюмосиликатные полые микросферы и другие местные материалы.

На основании вышеизложенного с учетом ранее полученных результатов [2] были начаты лабораторные исследования облегченных тампонажных растворов с применением названных добавок. Для оптимизации работы и экономии материалов выполнялись вычисления ориентировочной плотности раствора заданного компонентного состава с помощью разработанной на основе теоретических положений компьютерной программы «Расчет параметров тампонажного раствора» [3]. Данная программа позволяет не только рассчитать плотность тампонажной смеси, но и упрощает процесс подбора ее состава и автоматизирует расчет массы компонентов, необходимых для приготовления требуемого объема раствора. Программа может использоваться как в лабораторных условиях для проведения научных исследований или выполнения студентами лабораторных работ, так и при подготовке растворов для цементирования реальных объектов. В числе особенностей стоит выделить удобный ввод необходимых для расчета данных за счет интуитивно-понятного интерфейса (рис. 1), возможность учитывать при расчетах кроме используемого в алгоритме водотвердого отношения еще и водоцементное, а также копировать результаты расчета непосредственно из пользовательского окна.

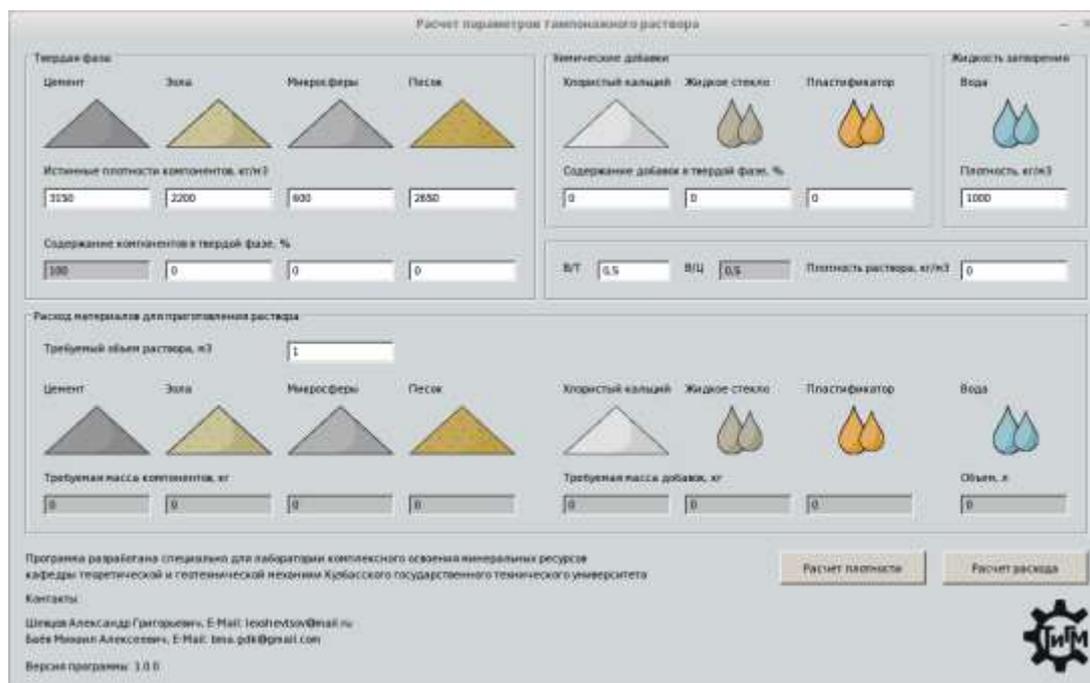


Рисунок 1 – Окно программы «Расчет параметров тампонажного раствора».

Особое место среди технологий цементации породного массива занимает предложенный [4, 5] способ тампонирувания горных пород через ориентированные трещины гидроразрыва, позволяющий выполнять тампонаж горного массива через одну скважину, в то время как традиционные способы предусматривают бурение нескольких скважин. В основу данного способа была положена известная в нефтяной и газовой промышленности технология

гидравлического разрыва пласта, которая также нашла широкое применение при добыче метана из угольных пластов для интенсификации газоотдачи. Несмотря на разные области применения гидроразрыва, в обоих случаях имеет место один физический процесс – создание новых и раскрытие существующих трещин. При гидроразрыве угольных пластов главной проблемой является сохранение высокой остаточной проницаемости трещин разрыва путем их эффективного закрепления расклинивающим материалом (пропантом). В связи с этим актуальным является вопрос исследования влияния физических свойств пропанта и угольного пласта на проницаемость закрепленной трещины гидроразрыва и, как следствие, на эффективность данного метода интенсификации извлечения метана из угольных пластов.

Для решения этой задачи была создана стендовая установка по определению проницаемости трещины гидроразрыва [6] и разработана методика проведения лабораторных исследований [7]. Первые результаты позволили обосновать применение кварцевых песков месторождений Кемеровской области для закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов [8, 9]. В ходе выполнения работ возникла необходимость сократить проведение промежуточных вычислений с целью оптимизации процесса и сведения к минимуму вероятности ошибки, что подтолкнуло к разработке программы «Расчет проницаемости трещины» [10]. Данная программа позволяет упростить ввод экспериментальных данных за счет удобного представления информации (рис. 2) и автоматизирует процесс расчета проницаемости закрепленной пропантом трещины гидроразрыва. Предназначена для использования в лабораторных условиях вместе с моделью трещиноватого горного массива для проведения научных исследований или выполнения студентами лабораторных работ.

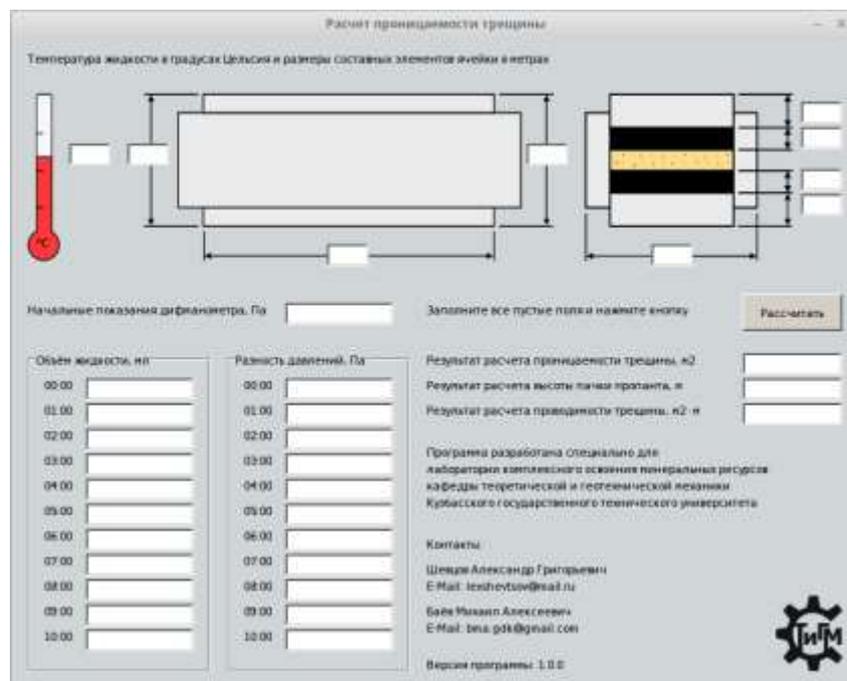


Рисунок 2 – Окно программы «Расчет проницаемости трещины».

Таким образом, лабораторные исследования физических процессов добычи метана из угольных пластов с целью повышения качества цементирования затрубного пространства скважин и эффективности закрепления трещин гидроразрыва, возможно проводить с применением специализированных компьютерных программ. При этом главным преимуществом является существенная оптимизация рабочего процесса.

Список литературы:

1. Coal Bed Methane: From Prospect to Pipeline / edited by Pramod Thakur, Steve Schatzel, Kashy Aminian. – 1st edition – San Diego, CA, USA: Elsevier, 2014. – 440 p.

2. Хямяляйнен, В. А. Экспериментальные исследования физико-механических свойств тампонажных растворов на основе цемента и отходов углеобогащения / В. А. Хямяляйнен, М. А. Баёв // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – № 6 (100). – С. 12–19.

3. Свид. 2016611433 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Расчет параметров тампонажного раствора [Текст] / М. А. Баёв, А. Г. Шевцов; заявитель и правообладатель: ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – № 2015662265; заявл. 14.12.15; опубл. 02.02.16, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.

4. Хямяляйнен, В. А. Формирование цементационных завес вокруг капитальных горных выработок / В. А. Хямяляйнен, Ю. В. Бурков, П. С. Сыркин. – М.: Недра, 1994. – 400 с.

5. А. с. 977789 СССР, М. Кл³ Е 21 D 1/16. Способ тампонирувания горных пород / В. А. Хямяляйнен, Е.Г. Дуда, О.И. Чернов. – № 3303972/22-03; заявл. 28.04.81; опубл. 30.11.82, Бюл. № 44. – 3 с.: ил.

6. Пат. 2540717 Российская Федерация, МПК E21C 39/00. Модель трещиноватого горного массива / В. А. Хямяляйнен, М. А. Баёв, А. П. Коровицын, А. Г. Шевцов; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – № 2013143434/03; заявл. 25.09.13; опубл. 10.02.15, Бюл. № 4. – 4 с.: ил.

7. Баёв, М. А. Методика исследования проницаемости закрепленной трещины разрыва угольного пласта / М. А. Баёв, А. Г. Шевцов // Сборник материалов VI Всерос., 59-й научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 22-25 апр. 2014 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. Ю. Блюменштейн (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2014.

8. Баёв, М. А. О первых результатах оценки применимости песков Кемеровской области для закрепления трещин гидроразрыва угольных пластов / М. А. Баёв, А. Г. Шевцов // Сборник материалов VII Всерос., научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 21-24 апр. 2015 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. П. Тациенко (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2015.

9. Баёв, М. А. Экономическое обоснование применения песков Кемеровской области для закрепления трещин гидроразрыва метаноугольных пластов / М. А. Баёв, А. Г. Шевцов // Сборник материалов VII Всерос., научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 21-24 апр. 2015 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. П. Тациенко (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2015.

10. Свид. 2016610243 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Расчет проницаемости трещины [Текст] / М. А. Баёв, А. Г. Шевцов; заявитель и правообладатель: ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – № 2015660734; заявл. 09.11.15; опубли. 11.01.16, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.