

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ СХВАТЫВАНИЯ РАСТВОРОВ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА

Описаны результаты экспериментов по исследованию изменения прочностных характеристик разных типов растворов во времени подверженных динамическому воздействию.

Описано результати експериментів з дослідження зміни характеристик міцності різних типів розчинів у часі підвернених динамічному впливу

The results of the experiments conducted on the Exploration the changes strength characteristics of different types of solutions of time that yielded the dynamic impact.

Введение. В работе [1] предложена технология формирования траншеи с помощью взрыва, которая предусматривает одновременное крепление её стенок за счёт использования незаряженных скважин в качестве резервуаров для укрепляющих вяжущих суспензий.

Устойчивость стенок траншеи от обвала обеспечивается за счёт комплексного использования явлений, которыми сопровождается взрыв системы скважинных зарядов, а именно: перемешивание укрепляющей суспензии с грунтом по периметру траншеи и разжижение во взрывной полости под действием продуктов детонации и температуры [2].

В данной технологии в качестве укрепляющих суспензий предусмотрено применение строительных растворов с разными видами вяжущих.

Одной из главных технологических характеристик при применении этого метода является время твердения раствора в связи с наличием в грунтовом массиве поверхностных и подземных водных потоков, которые могут влиять на схватываемость растворов за счёт вымывания из них вяжущей составляющей.

Для представления полной картины изменения прочностных характеристик строительных растворов во времени при динамическом воздействии на них, проведена серия экспериментов на натуральных материалах.

Цель работы. Установить зависимость изменения прочностных характеристик различных типов укрепляющих растворов во времени при воздействии на них динамической нагрузки.

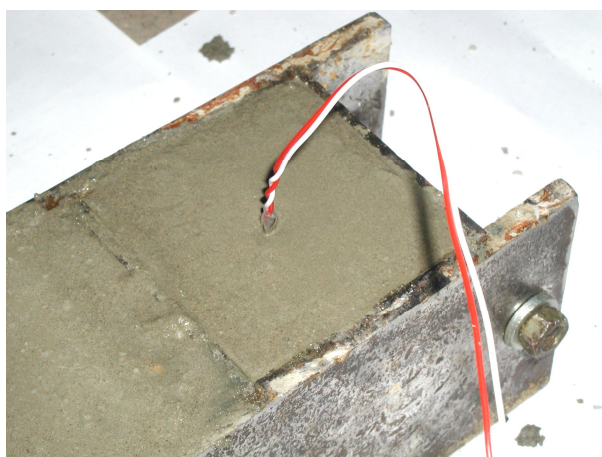
Материал и результаты исследований. Для изучения механизма влияния динамической нагрузки от действия взрыва одиночного заряда на прочностные характеристики закрепляющих растворов во времени проведено исследование стандартных образцов размером 70,7×70,7×70,7 мм., изготовленных на основе цементно-глинистого, цементно-песчаного и цементно-известкового растворов в нормальных условиях при воздействии на них взрывного импульса и без него [3].

Характерной особенностью данных исследований является то, что для получения достоверной оценки прочностных характеристик, их показатели должны сниматься через каждые 7 дней до достижения в исследуемых образцах проектной прочности (28 суток в нормальных условиях).

В связи с этим прочностные характеристики исследуемых образцов определялись неразрушающим методом с помощью склерометра «Schmidt Hammer 225». Поскольку этот метод является неточным и может содержать значительную погрешность, для достоверности полученных результатов исследования проводились дополнительно гидравлическим прессом типа ПСУ - 10.

Исследуемые образцы подвергались динамической нагрузке следующим образом. В образец - куб, расположенный в металлической форме, устанавливался заряд диаметром 8 мм и высотой 25 мм на глубину 45 мм с таким расчетом, чтобы он находился примерно в центре образца. В качестве взрывчатого вещества (ВВ) использовали дымный порох. Масса заряда составляла 1 гр. Инициирование производилось с помощью электровоспламенителя, который состоит из смеси роданистого свинца и бертолетовой соли (рис.1,а). Открытая часть формы с образцом раствора накрывалась металлическим листом и сверху нагружалась (рис.1, б).

а)



б)



Рис. 1. Приложение динамической нагрузки на образец-куб: а – подготовка образца; б – проведение эксперимента



Рис. 2. Опытные образцы-кубы после освобождения из металлической формы

Образцы выдерживались при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(65 \pm 10)\%$. Через (24 ± 2) часа образцы-кубы освобождались из формы (рис. 2) и измерялась погрешность с помощью штангенциркуля, которая составляла 0,1 мм, что не превышает допустимой (рис.2).

Показатели высоты упругого отскока (Н), полученные склерометром «Schmidt Hammer 225» фиксировались каждые 7 суток до достижения образцами проектной прочности (28 суток). Затем, с помощью тарировочных кривых определялась прочность образцов на сжатие R для цементного, цементно-известкового и цементно-глинистого растворов (рис. 3) как при воздействии на них динамической нагрузки, так и без неё.

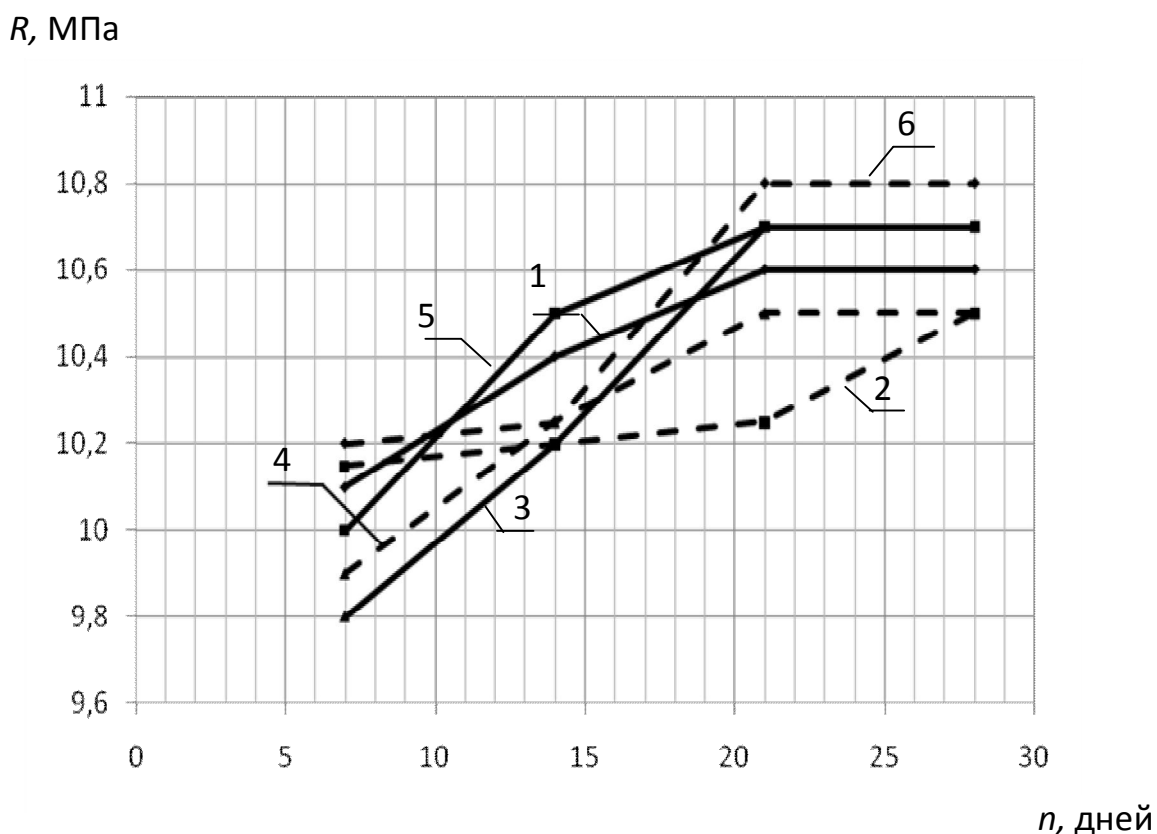


Рис. 3. Зависимость прочности растворов на сжатие от времени твердения: 1– цементный раствор, 2 – цементный раствор, который подвергался действию взрыва, 3– цементно-известковый раствор, 4 – цементно-известковый раствор, который подвергался действию взрыва, 5– цементно-глинистый раствор, 6 – цементно-глинистый раствор, который подвергался действию взрыва

Из рисунка 3 видно, что на седьмой день схватывания образец из цементного раствора, который подвергался воздействию взрыва, набрал прочность равную 10,15 МПа, а обычный образец – 10,0 МПа. Затем картина характерно изменяется: примерно на 9-й день их прочность сравнялась и достигла отметки в 10,18 МПа. На 21 день схватывания прочность обычного цементного образца достигает 10,7 МПа, а прочность образца, который подвергался действию взрыва – 10,25 МПа. На 28-й день - обычный образец достиг прочности 10,7 МПа, а при воздействии динамической нагрузки - 10,5 МПа.

Примерно та же тенденция роста прочности наблюдается для образцов, приготовленных на основе цементно-известкового раствора. На 7 день схватывания образец, который подвергался воздействию взрыва, набрал прочность 9,9 МПа, а обычный аналогичный образец - 9,8 МПа. На 14 день прочность обоих образцов возрастала планомерно. Затем, на 15-ый день их прочность сравнялась и составила 10,3 МПа. На 21 день прочность обычного образца (10,7 МПа) заметно увеличивается по сравнению с образцом, который подвергался воздействию взрыва (10,5). На промежутке с 21 по 28 день прочность обоих образцов осталась неизменной и полностью совпала с приобретенной прочностью (28 суток) аналогичных образцов на основе цементного раствора.

Анализируя изменение прочности образцов, приготовленных из цементно-глинистого раствора, видно, что на 7 день схватывания образец, который подвергался воздействию взрыва, достиг прочности в 10,2 МПа, а обычный образец - 10,0 МПа. Примерно на десятый день их прочность сравнялась и составляла 10,22 МПа, на 14-й день прочность обычного образца резко повысилась до 10,5 МПа, а прочность образца, который подвергался воздействию взрыва, практически не изменилась – 10,25 МПа. Затем скорость роста прочности образцов снова менялась и на 19-й день сравнились, составляя 10,63 МПа. На 21-й день обычный образец набрал прочности 10,7 МПа, а образец который подвергался динамической нагрузке - 10,8 МПа. Эта величина до конца исследований оставалась неизменной.

После выдержки образцов в течение 28 суток в нормальных условиях прочность на сжатие образцов цементного, цементно-известкового и цементно-глинистого растворов дополнительно определялась с помощью гидравлического пресса ПСУ-10 (рис. 4).

Вид раствора

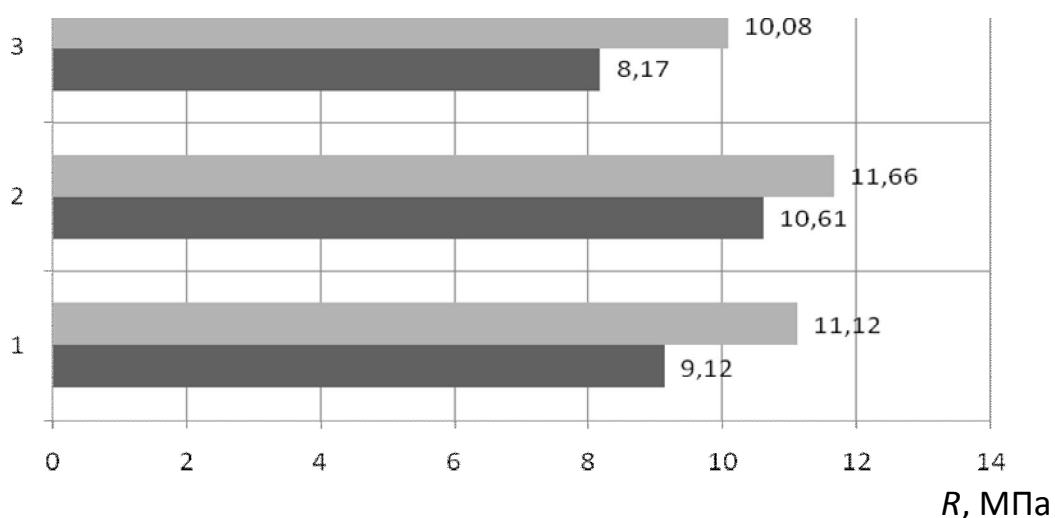


Рис. 4. Результаты определения прочности на сжатие стандартных кубиков прессом ПСУ-10 № 1753: 1 - цементный, 2 - цементно-известковый 3 - цементно-глинистый

Результаты определения прочности на сжатие прессом ПСУ - 10 показали, что обычный образец цементного раствора достиг прочности 9,12 МПа, что на 17,3 % (1,58 МПа) меньше, чем при определении прочности этого же образца с помощью склерометра. Аналогичный цементный образец, который подвергался динамическому воздействию, набрал прочность 11,12 МПа, что на 10,5 % (0,62 МПа) больше, чем при определении прочности этого же образца с помощью склерометра. Для цементно-известкового раствора соответственно: прочность стандартного образца достигла 10,61 МПа, что на 0,9 % (0,09 МПа) меньше, чем при определении прочности с помощью склерометра; прочность образца, который поддавался динамическому воздействию - 11,66 МПа, что на 11,0 % (1,16 МПа) больше, чем при определении прочности с помощью склерометра. Для цементно-глинистого раствора соответственно: прочность стандартного образца составила 8,17 МПа, что на 23,6 % (2,53 МПа) меньше, чем при определении прочности с помощью склерометра; прочность образца, который подвергался динамическому воздействию - 10,08 МПа, что на 6,67 % (0,72 МПа) меньше, чем при определении прочности с помощью склерометра.

Из сравнения полученных результатов видно, что разница прочности на сжатие исследуемых образцов, полученных с помощью склерометра и прессы, находится в пределах $0,9 \div 23,6$ %, что не превышает допустимой погрешности, которая составляет 30 %.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что исследуемые образцы цементного, цементно-известкового и цементно-глинистого растворов, которые подвергались динамической нагрузке, на первом этапе твердения (7 суток) приобрели прочность значительно выше, чем необработанные аналогичные образцы. Это значит, что время твердения первых образцов будет быстрее, чем вторых, что, в свою очередь, повышая надёжность растворов против вымывания из них вяжущих составляющих при использовании их в качестве укрепляющих суспензий для повышения устойчивости стенок траншеи от обвала.

Выводы. Следовательно, воздействие динамической нагрузки в виде взрыва при применении цементных растворов в качестве укрепляющих суспензий на первом этапе твердения (7 суток) обеспечивает значительное повышение прочности закрепляющих растворов, а соответственно и устойчивость стенок траншеи от обвала в начальный период ее проходки.

Достоверность полученных результатов определяется разницей прочностных характеристик исследуемых образцов, полученных с помощью склерометра и прессы, которая находится в пределах $0,9 \div 23,6$ %, что не превышает допустимой погрешности в 30 %.

Список литературы

1. В.Г.Кравець. Розвиток вибухових технологій в геобудівництві/ В.Г.Кравець, В.В.Вапнічна, Л.В. Шайдецька//Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Гірництво». – 2005. – Вип.12. – С.42 – 45.
2. Шайдецька Л.В. Дослідження показників міцності ґрунту в закріпленій зоні при динамічному впливі / Л.В. Шайдецька // Вісник КТУ. – 2008. – Вип. 20. – С. 45–47.
3. Малинин А.Г. Струйная цементация грунтов / А.Г. Малинин. – Пермь: Пресстайм, 2007.- 168 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Соболевим В.В.
Надійшла до редакції 15.11.13*