**Коц І.В., Бадьора Н.П.**

*Вінницький національний технічний університет, Україна*

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ІМПУЛЬСНОГО НАГНІТАННЯ СУМІШЕЙ У ГРУНТОВИЙ МАСИВ**

**Вступ.** При тривалій експлуатації об’єктів, доріг, споруд, будинків, а також внаслідок дії ряду інших причин, можуть відбуватися зміни фізико-механічних властивостей ґрунтового масиву, утворюватись ослаблені, водопроникні, розущільнені зони. Розвиток  розущільнених зон в інженерній споруді або поблизу її, безумовно сприяє розвитку аварійних ситуацій. Для стабілізації масиву і запобігання аварійної ситуації необхідно перевести ослаблену, розущільнену зону до її первісних властивостей. Ці обставини зумовлюють доцільність подальшого вдосконалення та розробки нового устаткування для інтенсифікації нагнітання твердіючих сумішей у ґрунтові масиви при їхньому посиленні.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомі способи ін’єктування та конструкції ін’єкторів для нагнітання твердіючих сумішей не забезпечують бажаного результату і мають ряд вагомих недоліків: низька надійність та продуктивність, значні матеріальні затрати, підвищені вимоги до обслуговуючого персоналу, викликані складністю обладнання та небезпечними умовами праці [1-5].

**Виклад основного матеріалу.**Експериментальне дослідження пристроїв для імпульсного нагнітання скріпних розчинів в ґрунтовий масив проводилось в Науково-дослідній лабораторії гідродинаміки Вінницького національного технічного університету. Для проведення експериментальних досліджень був виготовлений спеціальний експериментальний стенд, який показаний на рис 1. До складу експериментального стенду входить: силовий нагнітальний агрегат, що включає робочу камеру, напірну камеру, в якій знаходиться порція розчину скріпної рідини, яка в подальшому витискається у ґрунтовий масив. Управління гідроприводом нагнітального агрегату здійснюється дистанційним блоком автоматичного керування – імпульсним клапаном. Частота повторення силових імпульсів нагнітання визначалась за осцилограмами переміщення плунжерного ступінчастого робочого органу, а тиск в нагнітальній камері пристрою контролювався за показами манометра.



Рис.1. Загальний вигляд експериментального стенду з вимірювальною апаратурою

На запропонованому устаткуванні було проведено серію експериментів на різних типах основ, які показали результативність імпульсного нагнітання сумішей в ґрунтовий масив і суттєво кращий результат у порівнянні з статичним способом нагнітання технологічного розчину у ґрунт. Як показали проведені  експерименти при імпульсному способі нагнітання скріпний розчин проникав  приблизно у 1,8 – 2,3 глибше, ніж при статичному та відбувалося більш якісне зчеплення його із ґрунтовим масивом.

Експериментальні дослідження проводились за методикою математичного планування повнофакторного експерименту, в результаті якого було отримано рівняння регресії (1), яке підтвердило адекватність отриманої моделі і дозволило описати залежності глибини проникнення імпульсного струменя скріпного розчину від тиску робочої рідини в гідросистемі, а також частоти повторення гідравлічних імпульсів та твердості ґрунтового масиву:

http://www.rusnauka.com/27_NNM_2011/Stroitelstvo/3_93298.doc.files/image004.gif,     (1)

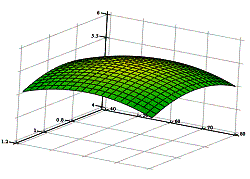
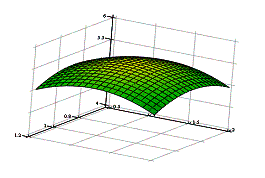
де *h* – функція відгуку (ефективний радіус поширення розчину), м;

*Р* – тиск робочої рідини гідросистеми, МПа;

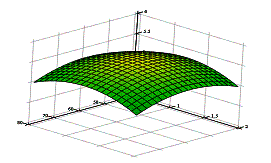
*А* – частота повторення гідравлічних імпульсів, Гц;

*d*– характеристика середовища (розміри частинок), мм.

За допомогою пакету прикладних програм MathCAD побудовано поверхні відгуку в площині (рис. 2.) дійсних значень параметрів: а) залежність глибини проникнення від тиску в гідросистемі та амплітуди коливань; б) залежність глибини проникнення від тиску гідросистеми та розмірів частинок ґрунтового масиву; в) залежність глибини проникнення від амплітуди коливань і розмірів частинок ґрунтового масиву.

                                   а)                                                      б)



в)

Рис. 2. Поверхні відгуку різниці верхнього та нижнього тисків в площині дійсних значень параметрів: а) *р-А*;  б) *р-d*;  в) *A-d*

**Висновок.**Експериментальні дослідження показали функціональні можливості і переваги імпульсного нагнітання технологічних скріпних розчинів у ґрунтовий масив. На основі отриманих результатів було проведено математичне планування повнофакторного експерименту, внаслідок чого отримані рівняння регресії та побудовані поверхні відгуку площин на основі дійсних значень параметрів, які дозволяють адекватно оцінити залежність глибини проникнення розчину від основних параметрів та характеристик системи нагнітання.

**Використана література**

1. Патент № 2256027 С2 Российской Федерации, МПК Е02D3/12. Устройстро для инъектирования в грунт растворов / Збоев В.М.,Ткач Х.Б., Крицкий М.Я., Лябягин А.В., Зайцев А.А., Скоркин В.Ф.; патентообладатель Сибирский государственный университет путей сообщения – № 2001119817/03; заявл. 16.07.2001; опубл. 10.07.2005.

2. Патент № 78521 Україна, МПК E02D 3/12. Ін’єктор / Руденко М.І., Руденко А.М.; заявник і власник патенту Руденко М.І., Руденко А.М. –  №20040402797; заявл. 15.04.2004; опубл. 10.04.2007.

3. Патент № 40395 U Україна, МПК E21D 20/00. Ін’єктор для нагнітання твердіючих сумішей анкетування тріщин гірських порід, залізобетонних, бетонних та кам’яних конструкцій / Шарабарін О.Г., Оглоблін В.Ф.,             Хабібулін Р.М., Афендіков С.І., Білоусова В.В.; заявник і власник патенту Донбаська державна академія будівництва та архітектури – № 2001010004; заявл. 03.01.2001; опубл. 16.07.2001, Бюл. № 6.

4. Рекомендации по повышению несущей способности свайных фундаментов инъекцией химических растворов / [авт. тексту Б.И Исаев, Ю.А.Грачёв, Н.Н Цапкова]. –  1989. – 50с.

5. Фундаменты. Методы укрепления грунтов [електронный ресурс]. –Режим доступу к ресурсу: http://skop.com.ua/stroitelstvo/konstr/fundament/61-fundamenty-metody-ukrepleniya-gruntov.html.