

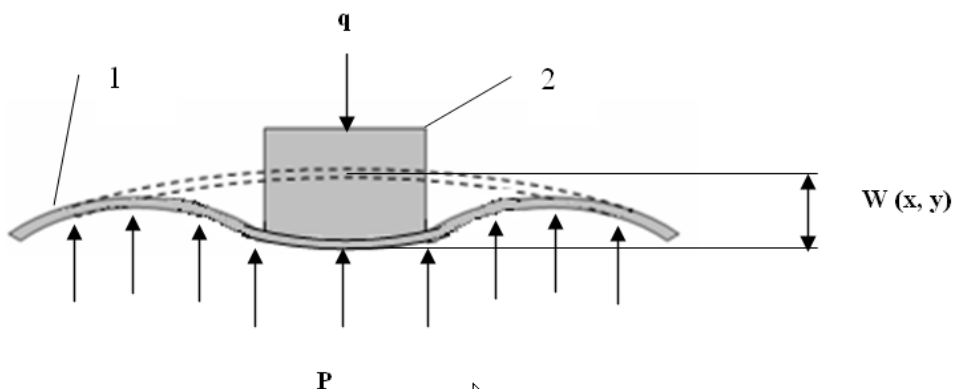
*Аветісян В.Г., канд. техн. наук, нач. каф., УЦЗУ,  
Тригуб В.В., канд. техн. наук, ст. викл., УЦЗУ*

## **ВПЛИВ ПРОГИНУ ОБОЛОНКИ ПНЕВМАТИЧНИХ ПІДІЙМАЧІВ НА ЇХНЮ РОБОТУ**

(представлено д-ром техн. наук Абрамовим Ю.О.)

Показано вплив прогину оболонки пневматичного підіймача на безпеку його використання

**Постановка проблеми.** Згідно [1] основна задача підрозділів МНС при ліквідації надзвичайних ситуацій, в тому числі і при руйнуванні будинків є рятування людей.



**Рис. 1 – Прогин оболонки підіймача під дією навантаження:**  
1 – оболонка підіймача;  
2 – вантаж;  
 $W(x,y)$  – прогин оболонки, м;  
 $q$  – вага вантажу, кг;  
 $P$  – тиск повітря в оболонці, МПа.

На рятувальників лягає основне навантаження по організації і проведенню пошуково-рятувальних робіт особливо в початковий період ліквідації наслідків НС. Завали зруйнованих будівель являють небезпеку як для постраждалих людей, які можуть під ними знаходитися, так і для рятувальників. Частіше за все рятувальниками для вилучення постраждалих з-під уламків використовуються засоби механізації у вигляді пневматичних підіймачів. Даний вид підіймачів є найбільш зручним для виконання таких робіт, але він має свої недоліки. Насамперед можливістю пошко-

дження пневматичного підіймача уламками конструкцій, що в свою чергу може привести до травмування рятувальників та загибелі постраждалих.

При підйомі вантажу масою  $q$  в місці контакту виникає прогин оболонки  $W(x,y)$ , величина якого буде впливати на роботу підіймача (рис.1).

Як видно з рис. 1 на поверхні оболонки при роботі підіймача з'являються зони, які не врівноважені вантажем. В них при роботі виникають напруження, які здатні привести до руйнування. В зв'язку з цим важливо оцінити величину прогину в залежності від маси вантажу, тиску повітря в оболонці, розмірів вантажу, який треба підняти та матеріалу оболонки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання забезпечення безпеки праці рятувальників розглянуті досить докладно.

Так, у роботах [2, 3, 4] докладно розглянуто виробниче середовище при проведенні рятувальних робіт, розкриті принципи забезпечення безпеки людей, які знаходяться під завалами, однак питання забезпечення безпеки рятувальників залишилися не розглянутими. У роботі [5] освітлені питання забезпечення безпеки роботи з технічними засобами. В основному теоретичні дослідження роботи оболонок проводилися для випадків, коли вони застосовувалися як будівельні конструкції (покриття будинків і споруджень, арки мостів і т.д.), конструкцій транспортних засобів (корпуса судів, пневматики коліс, корпусу автомобілів і т.д.). Докладно розглянуті та описані сили, які виникають при впливі на зовнішню сторону оболонки в роботах [6, 7]. Використання оболонок як піднімальний механізм, а також розробка заходів безпеки праці при їх використанні при цьому не розглядалися.

**Постановка завдання та його вирішення.** Враховуючи те, що на висоту підйому уламків пневматичним підіймачем та безпеку його застосування буде впливати прогин оболонки потрібно визначити його безпечні параметри.

Знаючи максимальну висоту підйому пневматичного підіймача  $H_0$  без навантаження при максимально припустимому робочому тиску усередині його, будемо визначати можливу висоту підйому при різних значеннях маси вантажу, тиску в підіймачі, розмірів вантажу, матеріалу підіймача. Представимо потрібну висоту виразом

$$H_1 = H_0 - W(x, y), \quad (1)$$

де  $H_0$  – висота підйому пневматичного підіймача при паспортному тиску й відсутності вантажу;  $W(x, y)$  – прогин поверхні пневматичного підіймача під дією вантажу.

Для рішення завдання визначення виду залежності (1) доцільно застосувати відому теорію вигину пластинок й оболонки [6, 7]. Пневматичний підіймач, як було відзначено раніше, являє собою оболонку, що складається із двох половин армованої гуми, скріплених по контуру.

Моделювати прогин підіймача будемо прогином вільно закріпленої прямокутної пластини лежачої на пружній основі. При цьому пружність підстави відповідає ступеню "наддування" (рівня тиску подушки обумовленому параметром  $K$ ).

Відомо, що диференціальне рівняння для прогину пластинки, що лежить на пружній основі, є

$$N(\Delta W + KW) = q(x, y), \quad (2)$$

де  $q(x, y)$  – одиничне навантаження, яке створене вантажем  $G$ ;  $N$  – твердість пластини;  $K$  – реакція пружної основи;  $W$  – прогин.

$$N \approx \frac{E \cdot h^3}{12}, \quad E = \sqrt{E_1 \cdot E_2},$$

де  $E$  – усереднений модуль пружності пластинки;  $E_1, E_2$  – модулі пружності гуми та поліаміду відповідно;  $h$  – товщина пластинки.

Провівши аналітичний розрахунок рівняння, (2) отримана кінцева залежність для визначення прогину оболонки, яка має вигляд

$$W(x, y) = \frac{16q_0}{pN} \sum_{s=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} (-1)^{s+l} \times \\ \times \frac{\sin \frac{(2s-1)p}{a} \sin \frac{(2l-1)p}{b} \sin \frac{p(2s-1)x}{a} \sin \frac{p(2l-1)y}{b}}{(2s-1)(2l-1) \left[ \left( \frac{(2s-1)^2}{a^2} + \frac{(2l-1)^2}{b^2} \right) p^4 + K \right]} \quad (3)$$

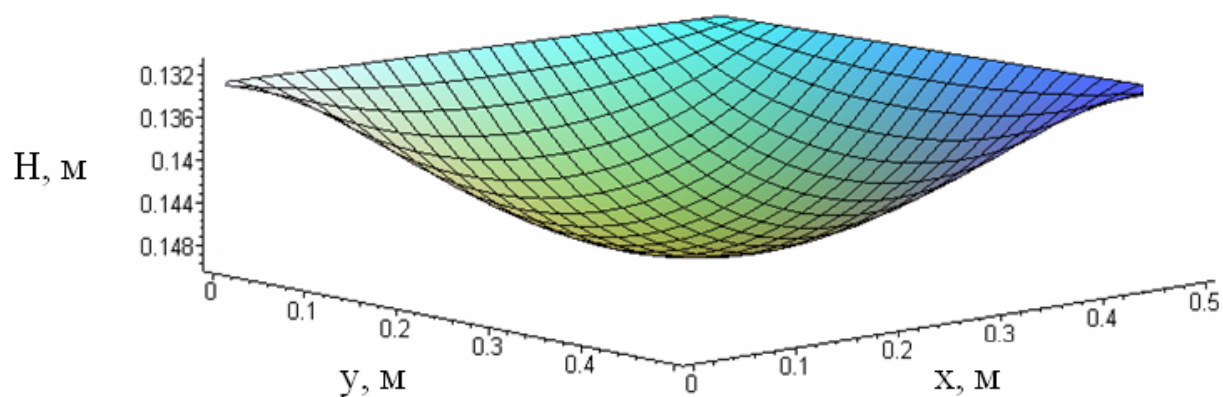
де:  $\delta$ ,  $\nu$  – половини сторін прямокутника – основа вантажу.

Обробка залежності (3) проводилася в середовищі Maple-10 при різноманітних значеннях маси вантажу, розмірів контакту, значень тиску. На рис. 2 показано значення прогину оболонки підіймача при розмірі зони контакту рівній розміру оболонки, тиску повітря 0,5 МПа та масі вантажу 2 тони.

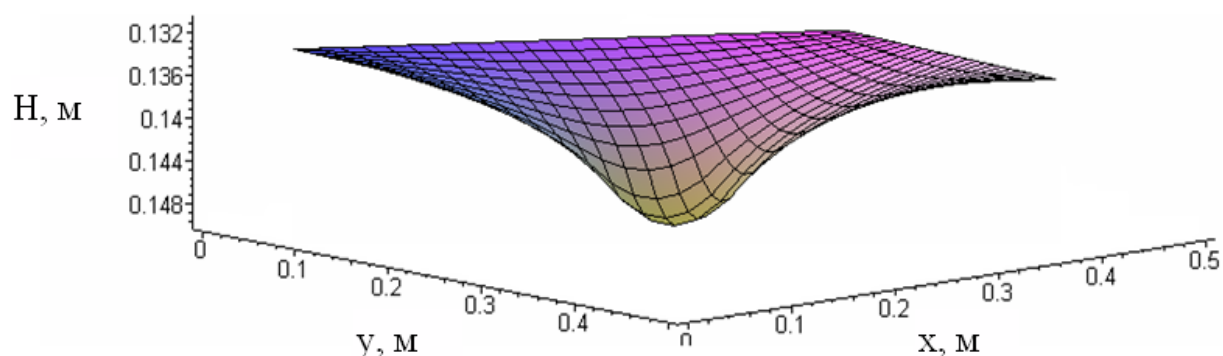
На рис. 3 показано графік значення прогину при постійних значеннях тиску повітря і маси вантажу. При цьому зона контакту дорівнює 1/6 розміру поверхні оболонки.

**Висновки.** Аналізуючи залежність (3) та представлені графіки можна зробити висновки:

- при однаковому навантаженні на поверхню пневматичного підіймача висота підйому вантажу буде мати пряму залежність від лінійних розмірів підіймача;



**Рис. 2 – Прогин оболонки підіймача при тиску 0,5 МПа та контакті вантажу зі всією поверхнею оболонки**



**Рис. 3 – Прогин оболонки підіймача при контакті вантажу з 1/6 розміру поверхні оболонки**

- при зменшенні плями контакту пневматичного підіймача з вантажем, який піднімається, збільшується прогин та поверхня

підіймача, яка не врівноважується навантаженням. Отже, для досягнення необхідної висоти підйому вантажу даної маси треба використати менший тиск;

- для забезпечення безпеки при роботі із пневматичним підіймачем при підйомі вантажу необхідно не допускати зменшення плями менше ніж на половину від площі поверхні підіймача, тому що подальше зменшення плями контакту (рис. 3) може привести збільшення прогину, що в свою чергу може привести до руйнування оболонки.

Розмір плями контакту пневматичного підіймача із опорними поверхнями є важливою величиною, тому що в основному він визначає залежність між висотою підйому вантажу і тиском всередині підіймача. Таким чином, знаючи заздалегідь міцність матеріалу оболонки пневматичного підіймача (модуль пружності), можна підібрати такі співвідношення маси вантажу і тиску в підіймачі, при яких пляма контакту буде мати мінімально припустимі розміри, а прогин – максимально можливу. Це дозволяє використовувати підіймач без ризику його руйнування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про правові засади цивільного захисту: Закон України / Верховна Рада України. Київ, 2004.
2. Шойгу С.К., Кудинов С.М., Неживой А.Ф., Герокарис А.В. Охрана труда спасателя: Пособие. - М.: МЧС Россия, 1998. – 423 с.
3. Азаров С.Н., Дурнев Р.А. Методика определения рационального технического оснащения поисково-спасательных служб // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Инф. Сборн.-Вып.1 - М.: ВИНТИ, 2000. - С. 79-85.
4. Братков А.А., Хапалов Е.А., Овчинников В.В. Научно-методические основы организации и технологии ведения аварийно-спасательных работ при землетрясениях. Научно-технический отчет. - М.: ВНИИ ГОЧС, 1993. - 305с.
5. Ларионов В.И., Овсяник А.И., Чириков А.Г., Козлов М.А. Методика определения характера разрушения здания и параметров завалов при воздействии сейсмических нагрузок. - М.: ВИА, 1992. – 32с.
6. Ворович И.И. Теория мягких оболочек и их использование в народном хозяйстве. Ростов, 1976. – 562 с.

7. Муштари Х.М. Нелинейная теория оболочек. Сб. научных трудов. - М.: Наука, 1990. - 222 с.  
nuczu.edu.ua

**УДК 614.355**

*Адаменко Н.И., канд. техн. наук, доц., АБВУ,  
Квитковский Ю.В., преп., УГЗУ*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА**

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Э.Е.)

В статье приводится информативная математическая модель изменения высоты точек рельефа во времени, учет которых позволит эффективнее исследовать распространение загрязненности в случае чрезвычайной ситуации

**Постановка проблемы.** В настоящее время из большого количества промышленных предприятий, находящихся на территории Украины, порядка трети относятся к потенциально опасным объектам, на которых производятся, хранятся или транспортируются химически опасные вещества. Это определяет большую вероятность риска возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с химически опасными выбросами. Повышенная опасность аварий с выбросами химически опасных веществ порождает проблему своевременного прогнозирования развития данных аварий с целью дальнейшей их локализации и ликвидации последствий.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Данной проблеме посвящено достаточно большое количество публикаций, как вышедших в течение последних 20 лет [1-13], так и в самый ближайший период [14-16].

**Постановка задачи и ее решение.** Исходя из стандартной экологии, конечным аккумулятором загрязнений является почва. Таким образом, ликвидация последствий выброса, после завершения конечной фазы развития чрезвычайной ситуации, нуждается в литоэкологических исследованиях, что и диктует научную задачу о разработке методики литоэкологического обследования почв