

Developed a mathematical model separation of ears the combination of many forces, which makes it possible to change the basic laws of kinematic parameters corn picker multi-device action.

**corn, corn picking, corn picker, multivariable action, mathematical model**

Одержано 24.10.14

**УДК 631.53.027.3**

**Є.К. Сербій, доц., канд. техн. наук**

*Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого, смт Дослідницьке, Київська обл.*

## **Міцнісні властивості компонентів для дражирування насіння**

В статті обґрунтовано доцільність та наведено методику експериментальних досліджень з визначення міцнісних властивостей компонентів для дражирування насіння, встановлено залежності модуля Юнга та максимальної відносної деформації зразків з суміші бентоніту та гумату від її кількісного складу та абсолютної вологості, перевірено їх адекватність.

**міцність, бентоніт, гумат, абсолютна вологість, відносна деформація, модуль пружності, дражироване насіння**

**Е.К. Сербий, доц., канд. техн. наук**

*Украинский научно-исследовательский институт прогнозирования и испытаний техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого, пгт Доследницькое, Киевская обл.*

**Прочностные свойства компонентов для дражирования семян**

В статье обоснована целесообразность и приведена методика экспериментальных исследований по определению прочностных свойств компонентов для дражирования семян, установлены зависимости модуля Юнга и максимальной относительной деформации образцов из смеси бентонита и гумата от его количественного состава и абсолютной влажности, проверено их адекватность.

**прочность, бентонит, гумат, абсолютная влажность, относительная деформация, модуль упругости, дражированные семена**

**Постановка проблеми.** Виробництво продукції рослинництва є одним з пріоритетних напрямків діяльності галузі агропромислового комплексу та формування продовольчої безпеки держави в цілому. Серед різноманіття традиційних та інноваційних технологій вирощування рослин деякі технологічні операції є загальними та визначальними при програмуванні якості та кількості майбутнього врожаю. До таких операцій слід віднести, поперед усього, висів – має забезпечувати рівномірне розподілення насіння по полю, що формує рівноцінні зони живлення для кожної рослини. В свою чергу, біологічне різноманіття насіння за розмірами, формою, станом

---

© Є.К. Сербій, 2014

поверхні, масовими характеристиками, міцністю на стискання, а як наслідок і похідними фізико-механічними властивостями – коефіцієнтами статичного і динамічного, зовнішнього і внутрішнього тертя, розподілу розмірно-масових характеристик, коефіцієнтами форми та іншими, унеможливує створення універсального висівного апарату для висіву насіння усіх сільськогосподарських культур. Особливо складна задача стоїть при забезпеченні точного висіву дрібного насіння: овочів, кормових і лікарських трав, цукрового буряку, квітів та іншого. Для якісного, точного висіву цього насіння, вартість якого сягає до 30.000 у.о./кг, розроблено дорогі, високоенергетичні та малопродуктивні, переважно пневматичні сівалки. Альтернативним рішенням задачі точного висіву є зведення дрібного насіння до одноманітної форми, розмірів та стану поверхні шляхом дражирування насіння та використання простих за конструкцією, надійних, продуктивних, енергоощадних механічних сівалок.

Сутність дражирування полягає у багатошаровому покритті насіння компонентами та сумішами, які разом з уніфікацією зовнішніх параметрів насіння забезпечують його підживлення та захист від несприятливих зовнішніх умов в ранній період вегетації рослини.

Здатність драже до тривалого зберігання, збереження цілісності форми під час висіву, можливості насичуватись та утримувати вологу багато в чому визначаються кількісним та якісним складом композицій для дражирування насіння, призначеного для різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. За попередніми дослідженнями [1, 2] встановлено, що в якості базових компонентів, найбільш наближених до природного середовища розвитку рослин – ґрунту, які формують каркас драже та визначають його фізико-механічні властивості, доцільно використовувати пісок, як основу, та гумати й бентоніт, як в'язучі фізико-хімічно активні компоненти.

Функцією піску є формування пористого об'єму, що сприятиме активному обміну повітрям між насінною у драже та зовнішнім середовищем, та утриманню необхідної для нормального розвитку насінни кількості капілярної вологи. Задача сумішей бентоніту та гуматів набагато складніша і полягає у зв'язуванні частинок піску – утворенні з'єднаних мостиків між ними, з забезпеченням достатньої міцності драже у сухому стані (при зберіганні) й зміною твердості до необхідної для нормального розвитку рослин у вологому стані (у ґрунті). Зв'язування частинок піску відбувається за рахунок адгезії (міжмолекулярної взаємодії силами Ван-дер-Ваальса, полярними силами, утворенням хімічних зв'язків або взаємної дифузії) поверхневого шару піщинки з сумішшю бентоніту та гуматів. Оскільки міжмолекулярна взаємодія в поверхневому шарі піщинок сильніша ніж у суцільній суміші бентоніту та гуматів, то адгезія є сильнішою ніж когезія, оскільки при прикладанні зовнішнього зусилля на від'єднання суміжних піщинок відбувається когезійний розрив – розрив у об'ємі найменш міцного зі з'єднаних матеріалів – мостику з суміші бентоніту та гуматів [3].

Драже є структурно неоднорідним матеріалом і процес його руйнування починається з утворення і розвитку мікропошкоджень – мезоскопічних неоднорідностей структури, і супроводжується їх зростанням та об'єднанням у магістральні тріщини. При цьому дефекти утворюються в найслабкішому місці з'єднання піщинок – руйнуються мостики між піщинками з суміші бентоніту і гумату.

Перспективним підходом до визначення міцності та гідрофільних властивостей драже є структурно-фізичне теоретичне дослідження математичної моделі драже шляхом використання дискретних методів моделювання за якими розглядають закономірності структурних змін в матеріалі при його навантаженні. Це вимагає знання фізико-механічних властивостей компонентів сумішей бентоніту та гумату.

Отже, експериментально-феноменологічне вивчення міцнісних властивостей сумішей бентоніту та гумату, як основних компонентів для дражирування насіння, є актуальною задачею досліджень.

**Метаю роботи** є встановити міцнісні властивості сумішей бентоніту та гумату.

**Аналіз останніх досліджень.** Вагомий вплив на фізико-механічні властивості гумітів та бентоніту чинить їх вологість. Не дивлячись на різні структури упаковки їх молекул та часток, вони розчиняються у воді – гумати утворюють істинний розчин, елементарні листи бентоніту з відстанню між ними у 1,2 нм [4], внаслідок їхньої полярності, також розчиняються у воді, але утворюють колоїдний розчин. Зі зростанням дисперсності часток підвищується міцність композиції не тільки за рахунок збільшення кількості контактів між частками, але й внаслідок створення більш однорідної структури зі зменшенням кількості і інтенсивності дефектів. При цьому волога є фазою, яка передає структурі речовини перепади осмотично-капілярних тисків через ланцюг взаємодій функціональних груп з молекулами води, які виступають у ролі «лікуючих» факторів дефектів нанорозмірної структури [5]. Отже, молекули фізично-зв'язаної вологи взаємодіють з активними центрами (COOH, OH, CON, OCH<sub>3</sub>) та мають можливість зшивати окремі наночастки в агрегати, змінюючи структуру матеріалу та підвищуючи його міцність [6].

Враховуючи відсутність циклічних знакозмінних навантажень на дражироване насіння, міцність, як властивість матеріалу чинити опір руйнуванню (утворенню мезоскопічних дефектів, їх об'єднанню і зростанню) під дією внутрішніх напружень, що виникають під впливом зовнішніх сил, можна вважати статичною, руйнування матеріалу – квазістатичним – внаслідок повзучості матеріалу. Отже, пружність, як властивість матеріалу під дією механічних напруг деформуватися зворотно таким чином, щоб після зняття напруги матеріал залишався недеформованим, і буде забезпечувати цілісність компонентів оболонки драже лише в зоні пружних деформацій.

При пружній деформації до межі пропорційності зв'язок між напруженням  $\sigma$  і відносною деформацією  $\varepsilon$  є лінійним і для багатьох матеріалів задовільно описується законом Гука [7, 8, 9]:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

де  $E$  – коефіцієнт пропорційності, що має назву модуль пружності першого роду або модуль Юнга, Па;

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{\Delta l}{l}, \quad (3)$$

$F$  – сила, прикладена до тіла, Н;

$S$  – площа поперечного перетину тіла  $\perp \vec{F}$ , м<sup>2</sup>;

$\Delta l$  – абсолютна деформація тіла, м;

$l$  – довжина недеформованого тіла, м.

За допущенням, що руйнування драже у висівному апараті може відбуватися лише під впливом зовнішніх центральних сил у висівному апараті – шляхом деформації стискання, при дослідженні міцності можна використати класичну теорію максимальних відносних лінійних деформацій – теорію Маріотта [18], яка при залежності (1) ідентична теорії найбільших дотичних нормальних напружень. Тоді критерієм міцності буде

Відсутність досліджень з визначення модуля пружності та максимальної відносної пружної деформації (що рівноцінно до максимально допустимих напружень) сумішей з бентоніту та гуматів в залежності від її кількісного складу та вологості підкреслюють актуальність мети досліджень.

**Матеріали та методи експериментальних досліджень.** Для експериментальних досліджень з визначення модуля Юнга та максимальної відносної пружної деформації використано гумат «ROST-концентрат», розроблений НДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. Соколовського, вироблений вітчизняним підприємством з екологічно чистої вітчизняної

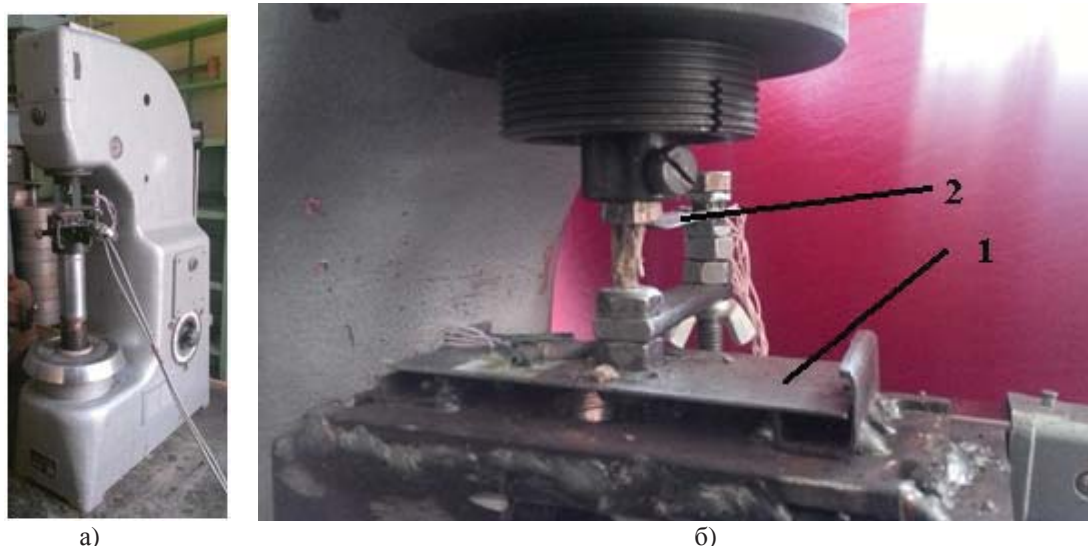
сировини – низинного торфу, а також бентоніт родовища бентонітової глини, розташований в Закарпатській області. Експериментальні модельні зразки зроблено з 5 композицій гумату та бентоніту: 1 – 100 та 0%, 2 – 75 та 25%, 3 – 50 та 50%, 4 – 25 та 75%, 5 – 0 та 100% відповідно відносно кількості за масою гумату та бентоніту. Модельні зразки було виготовлено на прес-формах за формою циліндрів діаметром  $D=5..6$  мм та висотою  $l=15$  мм з усіх композицій при їх вологості близькій до нижньої межі пластичності або грані розкочування, – коли при подальшому зменшенні вологості суміш переходить з пластичного стану в твердий. Ця вологість приблизно відповідає значенням максимальної молекулярної вологоємності, коли вода знаходиться у фізично зв'язаному стані.

З метою регулювання вологості модельних зразків їх було підсушено у низькотемпературній лабораторній пічці SNOL 67/350, діапазон робочих температур якої знаходиться в межах 60...350°C, а похибка сягає  $\pm 2^\circ\text{C}$  або насичено вологою у ексікаторі [10] моделі 2atu geruft (виробництва Німеччини) і вологість  $W$  зразків визначено за методикою [11]. Масові характеристики визначено електронними лабораторними вагами OHAUS RV313 (клас точності ГОСТ 24104-01) з точністю до 0,002гр, розмірні характеристики визначено штангенциркулем ШЦ-I-150-0,1 за ГОСТ 8.050-73 з точністю до 0,1 мм.

Вологість при проведенні досліджень варіювали на 4 рівнях від 0 до 20%. При проведенні досліджень використано план повнофакторного експерименту. Експеримент на кожному рівні факторів проведено у 5-кратній повторності [14-16].

Сутність експериментальних досліджень полягає у повздовжньому навантаженні модельних зразків з реєстрацією у часі їх абсолютної деформації  $\Delta l$  та прикладеного зусилля  $F$ , при цьому зусилля стискання збільшувалось від 0 до моменту їх руйнування. Навантаження виконано при незмінних значеннях параметрів: температура зовнішнього середовища, як і зразка  $23\pm 2^\circ\text{C}$ , швидкість деформування 0,0017 м/с [17].

Для проведення лабораторних досліджень модернізовано існуючий серійний твердомір ТШ-2 [12], який має рухому платформу, призначену для горизонтальної фіксації та руху дослідного зразка в вертикальному напрямку до нерухомого індентера, що обмежує вільний рух дослідного зразка і передає зусилля на механічну частину оброблення даних та візуалізації дослідних показників. Серійний твердомір ТШ-2 призначено для навантаження, переважно металевих, дослідних зразків зусиллям до 250 кг та точністю вимірів до  $\pm 1$  кг, а за попередніми дослідженнями та апріорною інформацією модельні зразки наведених розмірів з суміші бентоніту та гумату руйнувались при зусиллі до 15 кг, отже точності, яку забезпечує ТШ-2 недостатньо для проведення експериментальних досліджень. Таким чином, у модернізованому стенді (рис. 1, а) навантаження зразків здійснював сам твердомір ТШ-2, а реєстрацію у часі абсолютних переміщень та зусиль навантажень – розроблений додатковий вимірювальний пристрій (рис 1, б), який жорстко монтується на рухомій платформі твердоміра ТШ-2.



а – загальний вигляд, б – вимірювальний пристрій; 1 – тензоланка для реєстрації зусилля навантаження, 2 – тензоланка для реєстрації абсолютної деформації зразка

Рисунок 1 – Дослідна установка для навантаження зразків бентоніту та гумату

Робочими елементами вимірювального пристрою є тензоланка 1, що двошарнірно закріплена на його рамі, містить платформу для встановлення модельного зразка та реєструє зусилля його стискання, а також тензоланка 2, що консольно закріплена до важеля жорстко з'єданого з тензоланкою 1 та реєструє абсолютну деформацію модельного зразка. Стандартний кульковий індентер замінено на верхню плоску круглу платформу, яка обмежує переміщення модельного зразка та вільного кінця тензоланки 2.

Для передачі даних з тензодатчиків до комп'ютера використано 4-канальний аналогово-цифровий перетворювач Spider-8 фірми НВМ (рис. 2), який визначає співвідношення падіння напруги на тензомосту до вхідної напруги –  $mV/V$ . З метою перетворення  $mV/V$  у зусилля та переміщення було виконано тарування тензоланок (рис. 2) та отримано функціональні залежності деформації та навантаження зразка від показника  $mV/V$  (рис. 3) за методикою [13, 17].

При таруванні деформацію тензоланки 2 задавали мікрометром з точністю до 0,01мм, а навантаження тензоланки 1 здійснювали еталонними тягарями по 1 кг. При апроксимуванні даних тарування тензоланок поліномами першого ступеня отримали коефіцієнти регресії 99,9%, отже залежність досліджуваних показників від  $mV/V$  є лінійною з високою точністю.

У комбінації розроблених тензоланок та використаного АЦП значення показника  $mV/V$  виявилися стійкими у часі по відношенню до зовнішніх та внутрішніх електромагнітних завад при незмінних деформаціях тензоланок з точністю до  $10^{-4}$ . Таким чином, при похибці АЦП  $\Delta mV/V=0.0002$  маємо похибку вимірювання деформації 0,5 мкм, що при абсолютній деформації дослідного зразка 0,5мм дає відносну похибку 0,1% та абсолютну похибку вимірювання навантаження тензоланки – 0,8 гр., що при навантаженні дослідного зразка 1 кг дає відносну похибку 0,08%.





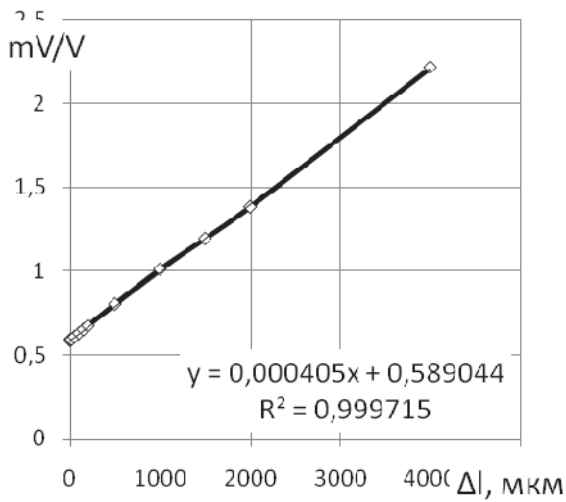
а)



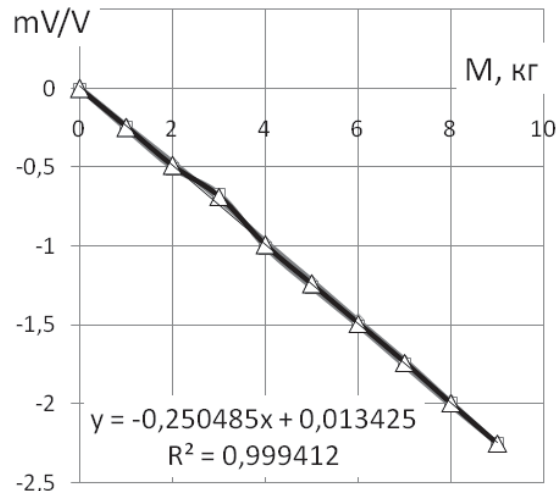
б)

а – аналого-цифровий перетворювач Spider-8 з ноутбуком, б – вимірювальний пристрій та установка для тарування тензоланок

Рисунок 2 – Електронна частина дослідної установки



а)



б)

а – залежність переміщення тензоланки 2 від показника mV/V, б – залежність навантаження тензоланки 1 від показника mV/V

Рисунок 3 – Результати тарування тензоланок

При проведенні досліджень модельні циліндричні зразки певної вологості встановлювались на платформу тензоланки 1 співвісно з верхньою плоскою круглою платформою, тензоланку 2 було розташовано таким чином, щоб її вільний кінець контактував з цією платформою. За методикою [12] рухому платформу з вимірювальним пристроєм подавали вертикально вгору, при контакті тензоланки 2 та модельного зразка з нерухомою платформою дані з обох тензоланок через аналогово-цифровий перетворювач передавались на комп'ютер, вимірювання та подачу рухомої платформи закінчували при руйнуванні модельного зразка.

В результаті одного дослідження отримували залежність абсолютної деформації модельного зразка від прикладеного до нього зусилля та вибирали з цих даних лише лінійну частину [18], яка відповідає зоні пружної деформації та залежності (1) (рис. 4). Оскільки залежність (1) лінійна, то і отримані дані апроксимували поліномом першого ступеня:

$$y = a \cdot x + b \quad (4)$$

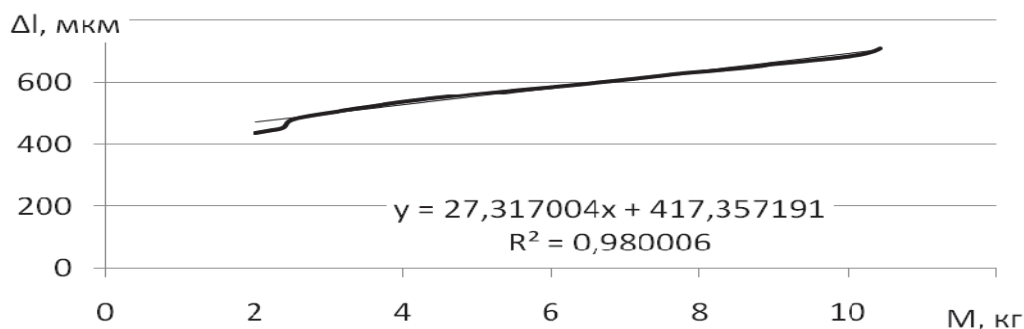


Рисунок 4 – Лінійна частина залежності деформації модельного зразка від прикладеного повздовжнього зусилля

У відповідності з (1)-(3) модуль Юнга можна представити виразом:

$$E = \frac{F}{S} \cdot \frac{l}{\Delta l}, \quad (5)$$

де

$$F = M \cdot g,$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4},$$

тоді

$$E = 4 \cdot \frac{M}{\Delta l} \cdot \frac{l \cdot g}{\pi \cdot D^2}, \quad (6)$$

Співвідношення  $\frac{\Delta l}{M}$  у (6) можна трактувати як кутовий коефіцієнт  $a = \frac{d\Delta l}{dM}$

у рівнянні (4), який узагальнює усі експериментальні данні, тоді:

$$E = 4 \cdot \frac{1}{a} \cdot \frac{l \cdot g}{\pi \cdot D^2}. \quad (7)$$

Максимальну відносну деформацію визначали відповідно до (3).

Для подальшого дослідження отримані значення модуля Юнга та максимальної відносної деформації при певному вмісті бентоніту у суміші та її вологості були апроксимовані поліномом 4 ступеня та перевірені на адекватність за критерієм Фішера. Відтворюваність експериментів визначено за критерієм Кохрена [13-15].

**Результати досліджень.** В результаті обробітку даних експериментальних досліджень отримано залежність модуля Юнга  $E$  від вмісту бентоніту  $K_b$  у суміші та її вологості  $W$  у вигляді поліному 4 ступеня (рис. 5):

$$\begin{aligned} E = & 21.517 \cdot K_b^4 + 363.645 \cdot K_b^3 \cdot W - 23338.502 \cdot W^4 - \\ & 4837.407 \cdot K_b^3 - 53435.654 \cdot K_b^2 \cdot W - 16588.285 \cdot K_b \cdot W^2 + \\ & 1.055 \cdot 10^6 \cdot W^3 + 3.593 \cdot 10^5 \cdot K_b^2 + 2.484 \cdot 10^6 \cdot K_b \cdot W - \\ & 1.414 \cdot 10^7 \cdot W^2 - 7.231 \cdot 10^6 \cdot K_b + 1.168 \cdot 10^7 \cdot W + 2.483 \cdot 10^8, \end{aligned} \quad (8)$$

та залежність максимальної відносної деформації  $\epsilon$  від вмісту бентоніту  $K_b$  у суміші та її вологості  $W$  у вигляді поліному 4 ступеня (рис. 6):

$$\begin{aligned} \epsilon = & 2.331 \cdot 10^{-7} \cdot K_b^4 + 0.202 \cdot 10^{-5} \cdot K_b^3 \cdot W + 0.178 \cdot 10^{-4} \cdot W^4 - \\ & 0.337 \cdot 10^{-4} \cdot K_b^3 - 0.43 \cdot 10^{-3} \cdot K_b^2 \cdot W + 0.105 \cdot 10^{-3} \cdot K_b \cdot W^2 + \\ & 0.284 \cdot 10^{-3} \cdot W^3 + 0.146 \cdot 10^{-2} \cdot K_b^2 + 0.215 \cdot 10^{-1} \cdot K_b \cdot W - \\ & 0.484 \cdot 10^{-1} \cdot W^2 - 0.391 \cdot 10^{-1} \cdot K_b + 0.318 \cdot W + 3.484. \end{aligned} \quad (9)$$

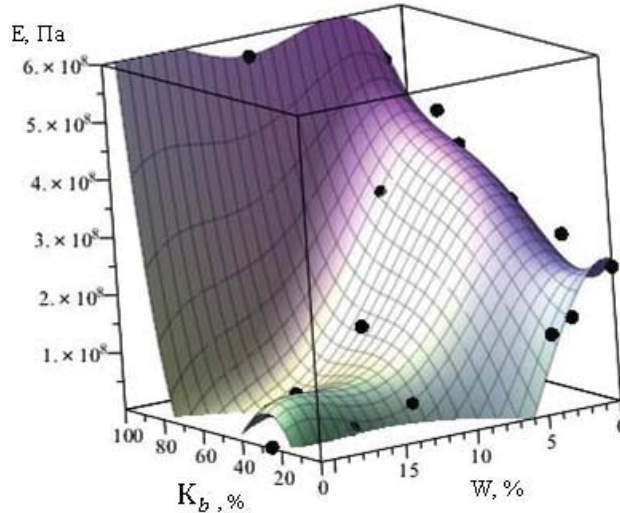


Рисунок 5 – Залежність модуля Юнга  $E$  від вмісту бентоніту  $K_b$  у суміші та її вологості  $W$

За статистичним обробитком результатів експерименту встановлено, що розрахункові значення критеріїв Кохрена  $G_\varepsilon = 0,190$  та  $G_E = 0,190$  менше табличного  $G_{20;4} = 0,192$ , отже немає підстав відхилити гіпотезу про однорідність дисперсій; розрахункові значення критеріїв Фішера  $F_\varepsilon = 0,450$  та  $F_E = 0,194$  менше за табличне  $F_T = 3,8$ , отже прийнято гіпотезу про адекватність опису рівняннями (8) та (9) результатів експерименту з 95% ймовірністю.

З отриманих залежностей можна зробити висновок, що найбільш міцною є суміш з 95...100% бентоніту при вологості 5...10% – близькій до природньої. Збільшення кількості гумату при малій вологості до 8...10% незначно впливає на зменшення модуля пружності суміші, а при підвищеній вологості на рівні 15...20% – спостерігається стрімке зменшення модуля пружності суміші. Найбільші значення максимальної відносної пружної деформації спостерігаються при 25...35% гумату і вологості 6...10%. Зміна вологості викликає стрімке зменшення максимальної відносної пружної деформації. Пояснити це можна тим, що занадто суха суміш проявляє властивості крихких тіл, а у перезволоженій суміші деформація майже одразу переходить в пластичну.

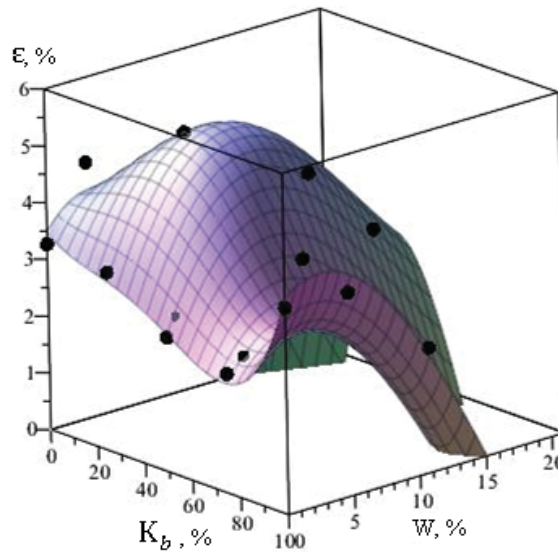


Рисунок 6 – Залежність максимальної відносної деформації  $\varepsilon$  від вмісту бентоніту  $K_b$  у суміші та її вологості  $W$



Незначні до 5...15% збільшення модуля Юнга та максимальної відносної деформації при відносній кількості бентоніту 1...5% та 95...100% можна пояснити тим, що в першому випадку бентоніт виступає в ролі модифікатора для гумату, тим самим бере участь в катіонному обміні та на нанорівні зшиває мікрodefекти структури, в другому випадку гумат являє собою модифікатор для бентоніту і також позитивно впливає лише при незначних концентраціях до 5%. При перенасиченні концентрації гумату або бентоніту до 10%, які лише в малих дозах виступають в ролі модифікаторів, спостерігається повернення властивостей до первинних значень.

#### Висновки.

1. Встановлено залежності модуля пружності та максимальної відносної пружної деформації суміші з бентоніту та гумітів від її вологості та кількісного складу.

2. Дражироване насіння раціонально робити з декількох шарів: зовнішній доцільно формувати з 100% бентоніту, оскільки він має максимальну міцність  $6,0 \cdot 10^8 \dots 6,5 \cdot 10^8$  Па при вологості близькій до природньої і істотно зменшує міцність до  $2,5 \cdot 10^8 \dots 3,0 \cdot 10^8$  Па при підвищенні до вологості ґрунту.

3. Отримані залежності модуля пружності та максимальної відносної пружної деформації суміші з бентоніту та гумітів від її вологості та кількісного складу можливо використовувати при дискретному моделюванні динаміки дражированої насінини.

#### Список літератури

1. Сербий Е.К. Природные компоненты для дражирования семян / Е.К. Сербий // *Материалы Международной научно-технической конференции «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»*. - Т.2. – Минск, 2012. – С. 253-261.
2. Сербий Е.К. Возможности пролонгированого використання елементів дражувальної оболонки насіння овочевих культур / Е.К Сербій., М.Л. Новохацький // *Праці ТДАТУ – Вип. 12, Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 70-80.*
3. Сербий Е.К. Дискретна модель дражированої насінини / Е.К. Сербій // *Збірник наук. праць. Випуск 17 (31): “Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України”*. - Том 2. - Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2013. С. 158-176.
4. Бревнов П. Н. Нанокмпозиционные материалы на основе полиэтилена и монтмориллонита: синтез, структура, свойства: дис. ... канд. хим. Наук / П. Н. Бревнов - Москва, 2008. - 130 с.
5. Афанасьев А. Е. Наноструктура и ее влияние на физико-технологические свойства торфяных систем / А. Е. Афанасьев // *Торф и бизнес. – 2007, №4 (10).*
6. Афанасьев А. Е. Теоретическая прочность формированных торфяных тел. / А. Е. Афанасьев, А. С. Ефремов // *ТГТУ. – 2009. - №8. – С. 252-261.*
7. Ляв А. Математическая теория упругости / А. Ляв. - ОНТИ, 1935. – С. 675.
8. Лейбензон Л. С. Курс теории упругости. 2 изд. / Л. С. Лейбензон. - ОГИЗ, 1947. – С. 465.
9. Тимошенко С. П. Теория упругости / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер. - М.: Наука, 1979. – С. 560.
10. Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры: ГОСТ 25336-82. – М.: Министерство приборостроения. – 1984 г. – С. 103.
11. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод: ДСТУ ISO 11465-2001. – К.: Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського Української Академії аграрних наук. - 2001 р. – С. 11.
12. Прибор для испытанія металлов на твердость ТШ-2. Инструкция по эксплуатации / Ивановский завод по производству приборов для испытанія металлов (ЗИП). – Иваново, 1966 г. – С. 28.
13. Макаров Р.А. Тензометрия в машиностроении / Р.А. Макаров, Л.Б. Ренский. - М.: Машиностроение, 1975. – С. 288.
14. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – С. 60.
15. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П.Адлер, Е.В.Маркова, Ю.В.Грановский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – С. 279
16. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин., П.М. Рошин. – Л.: Колос, 1980. – С. 165.

17. Науменко М.А. Влияние геометрического фактора на конструкционные свойства при сжатии полимерных композиционных материалов // М.А. Науменко, П.И. Баштаник, М.В. Бурмистр, В.Г. Макарова / Вопросы химии и химической технологии. - 2011, №1. – С. 66-70.
18. Литвинский Г.Г. Аналитическая теория прочности горных пород и массивов: Монография / Г.Г. Литвинский // ДонГТУ. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. – С. 207.

#### **Evgeniy Serbiy**

*State scientific organization “Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production” (L. Pogorilyy UkrNDIPVT), Doslidnitske, Kyiv region.*

#### **Strength properties of components for seeds pelleting**

The expediency and the experimental research methodology for strength properties determination of components for seeds pelleting, the dependences of the Young modulus and the maximum relative deformation of samples from a mixture of bentonite and humate on its composition and absolute humidity, checked their adequacy are informed in the article. It is established that pelleted seeds rationally be made from several layers: the outer, it is advisable to form out of 100% bentonite, because it has the maximum strength of  $6.0 \cdot 10^8$  ... of  $6.5 \cdot 10^8$  Pa at a moisture content close to your natural and significantly reduces the strength of  $2.5 \cdot 10^8$  ... of  $3.0 \cdot 10^8$  Pa at the increase of soil moisture.

The dependences of the elastic modulus and the maximum relative elastic deformation of the mixture of bentonite and humate from humidity and quantitative composition is useful for discrete dynamic modeling pelleted seed.

**strength, bentonite, humate, absolute humidity, relative deformation, elastic modulus**

Одержано 27.10.14

#### **УДК 631.362.3**

**С.П. Степаненко, канд. техн. наук, ст.наук.спів., В.О. Швидя, канд. техн. наук**

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

## **Теоретичні дослідження динаміки переміщення зерна по поверхні вертикального циліндричного решета з рифами**

В статті на основі рівнянь динаміки складено і розв'язано диференційні рівняння руху зерна по поверхні вертикального циліндричного решета з рифами.

**риф, вертикальне циліндричне решето, зернівка, сила інерції, диференціальне рівняння, динаміка, переміщення**

**С.П. Степаненко, канд. техн. наук, ст.научн.сотр., В.О. Швидя, канд. техн. наук**

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

**Теоретические исследования динамики перемещения зерна по поверхности вертикального цилиндрического решета з рифами**

В статье на основе уравнений динамики составлено и решено дифференциальные уравнение движения зерна по поверхности вертикального цилиндрического решета з рифами.

**риф, вертикальное цилиндрическое решето, зерновка, сила инерции, динамика, перемещение**