

ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА

УДК 631.33
© 2016

В.Б. БОЙКО,
старший викладач

**В.О. УЛЕКСІН,
О.П. СЕРГЕЄВ,**
кандидати технічних наук

С.В. СИЧ, магістр
Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна
E-mail: vlad-boyko@mail.ru
м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова 25

ПНЕВМОСИСТЕМА
ГІДРОПНЕВМАТИЧНОГО
ВИСІВНОГО АПАРАТА

Розроблено і побудовано лабораторну модель гідропневматичного висівного апарата, використання якого як ручної сівалки потребує вирішити ряд завдань, зокрема забезпечити сівалку пневматичною системою. Наведено результати досліджень агрегатів пневмосистеми для ручної сівалки однонасінневого висіву насіння овочевих культур з гідропневматичним висівним апаратом, а також формули для інженерного розрахунку основних параметрів пневмосистеми.

Ключові слова: висівний апарат, однонасінневий висів, однозерновий висів насіння, пневматична система, компресор.

Актуальність проблеми. Для впровадження точного землеробства необхідні засоби координації робочих органів відносно поля й рослин, що на ньому зростають. У сучасних системах точного землеробства з цією метою застосовують засоби супутникової навігації, доповнені локальними системами місцевизначення та системами розпізнавання рослин. У мостовому землеробстві з'являється можливість підвищити точність координації робочих органів і ефективність усіх видів впливу на ґрунт і рослини без застосування складних систем навігації та розпізнавання рослин за рахунок застосування координатного принципу – розташування культурних рослин у певному порядку, у заздалегідь визначених для цього точках поля з наперед заданими координатами. За такого підходу можливе впровадження багатовидових агрофітоценозів, що еквівалентно одночасному вирощу-

ванню декількох урожаїв на одній площі. З метою підвищення ефективності мостового землеробства запропонований спосіб однонасінневого координатного висіву насіння було реалізовано в лабораторній установці, досліди з якою підтвердили роботоздатність гідропневматичного висівного апарата (ГВА) [3].

Застосування дозатора для поштучного відбору насіння з насінневої ємності і подачі його в зону висіву дозволяє розширити область застосування ГВА. Відомо, що при проведенні робіт на дослідних ділянках або при висіві дорогого кондиційного насіння дрібнонасінневих культур через відсутність спеціальних висівних апаратів широко застосовується ручний спосіб висіву [5]. Для використання запропонованого ГВА з метою механізації однонасінневого висіву необхідно вирішити ряд задач, зокрема забезпечити ручну сівалку пневмосистемою.

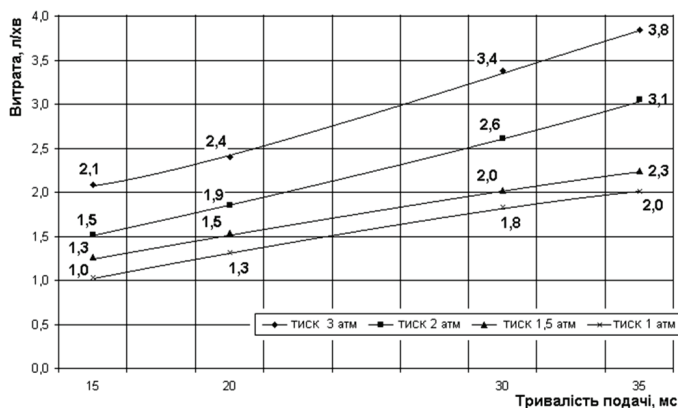


Рис. 1.
Залежність середньої витрати повітря (л/хв) через електроневматичний клапан ГВА від тиску на вході та тривалості подачі за частоти впорскування 3 Гц

Мета роботи – обґрунтування параметрів та вибір пристроїв для пневмосистеми ручної сівалки з гідропневматичним висівним апаратом.

Результати дослідження та їх обговорення. Для роботи ГВА потрібен надлишковий тиск повітря у межах 0,08–0,15 МПа. При використанні цього пристрою у складі мостової машини можна використовувати наявне пневматичне обладнання, а для ручної сівалки таке обладнання необхідно створити.

Як компресор можна використати автомобільні мінікомпресори для підкачки шин. Недоліком таких компресорів є надлишкова продуктивність (30–40 л/хв), досить велика потужність, що потребує спеціального джерела живлення на 12 В, 15–20 А постійного струму. Крім того, дешеві автомобільні мінікомпресори мають недостатню надійність і довговічність.

Суттєві надійність і довговічність властиві герметизованим мотор-компресорам побутових холодильників (наробіток на відмову 25000 год, гарантований термін роботи без обслуговування – 15–20 років [1]). Як правило, на утилізацію надходять холодильники, компресор яких не відпрацював повного ресурсу і може бути використаним для різних потреб не за основним призначенням.

Продуктивність компресорів побутових холодильників при випробуваннях на повітрі становить 5–12 л/хв [4], що відповідає вимогам ГВА, який, за нашими даними (рис. 1, [2]), споживає не більше 1,5–3,5 л/хв стиснутого повітря (тут і далі об'єм повітря приведено до атмосферного тиску).

Установку пневмообладнання на ручній сівалці з ГВА доцільно здійснювати за схемою, представленою на рис. 2,б. Компресор

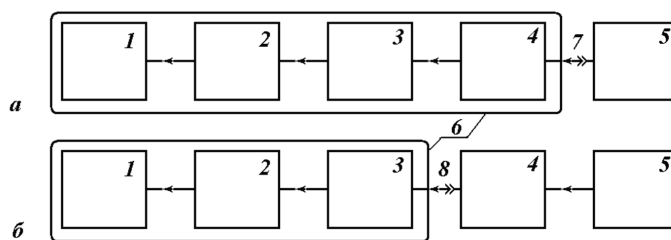


Рис. 2. Варіанти розміщення агрегатів пневмосистеми на ручній сівалці:

а – компресор на сівалці; *б* – компресор на зарядній станції;

1 – гідропневматичний висівний апарат; 2 – регулююча пневмоапаратура;

3 – ресивер; 4 – компресор; 5 – джерело електроенергії; 6 – сівалка;

7 та 8 – електричний та пневматичний рознімачі відповідно

установки залишається на полі і короткочасно підключається лише для зарядки ресивера. Це дозволяє зменшити вагу ручної сівалки, але потребує збільшення запасу повітря у ресивері, що може бути досягнуто підвищенням тиску повітря або збільшенням об'єму ресивера.

Для забезпечення безперервної роботи сівалки без підзарядки протягом 10 хв при витраті повітря 3,5 л/хв і частоті висіву 3 Гц необхідно мати у ресивері запас повітря V_p не менше 35 л.

За необхідного надлишкового тиску на вході у ГВА P_a (рівному 0,1 МПа) "мертвий" об'єм повітря у ресивері становить $V(P_a + P_0)/P_0$, де V – об'єм ресивера; P_0 – атмосферний тиск (0,1 МПа). Об'єм повітря, який може бути використаним, визначаємо як

$$V_p = V(P_p - P_a) / P_0,$$

де P_p – початковий надлишковий тиск у ресивері, що створений компресором.

Таким чином, необхідний об'єм ресивера V для забезпечення роботи ГВА протягом 10 хв за робочого надлишкового тиску компресора P_p становить

$$V = V_p \cdot P_0 / (P_p - P_a),$$

або за заданого об'єму ресивера V початковий надлишковий тиск у ресивері повинен бути

$$P_p = V_p \cdot P_0 / V + P_a.$$

Продуктивність будь-якого компресора залежить від тиску на виході. У довідковій літературі відсутні дані про витратні характеристики компресорів для холодильників, тому було знято таку характеристику для використаного нами поршневого компресора фірми ALEX виробництва ЧССР, модель NP.ZL потужністю 125 Вт (рис. 3). При знятті характеристики використовували ресивер об'ємом $V = 2,25$ л. Розрахунок продуктивності Q_i у децилітрах за хвилину проводили за залежністю

$$Q_i = 600 V / (t_n - t_{n-1}),$$

де $(t_n - t_{n-1})$ – час збільшення тиску в інтервалі $P_{n-1} \dots P_n$, с.

При цьому величина інтервалів зміни тиску в ресивері прийнята $P_n - P_{n-1} = P_0 = 0,1$. Одиниці вимірювання (дл/хв) вибрані для зручності суміщення графіків часу наповнення та продуктивності компресора.

Як видно з характеристики, продуктивність компресора зберігається на достатньому рівні до тиску 1 МПа. За подальшого збільшення тиску (максимальне значення 16–17 атм) продуктивність різко знижується, а привідний електродвигун перевантажується і починає інтенсивно нагріватися, що обмежує можливості даного компресора. Тому для роботи ручної сівалки з вибраним компресором необхідно встановити ресивер об'ємом

$$V = V_p \cdot P_0 / (P_p - P_a) = 35 \cdot 0,1 / (1 - 0,2) = 4,38 \text{ л.}$$

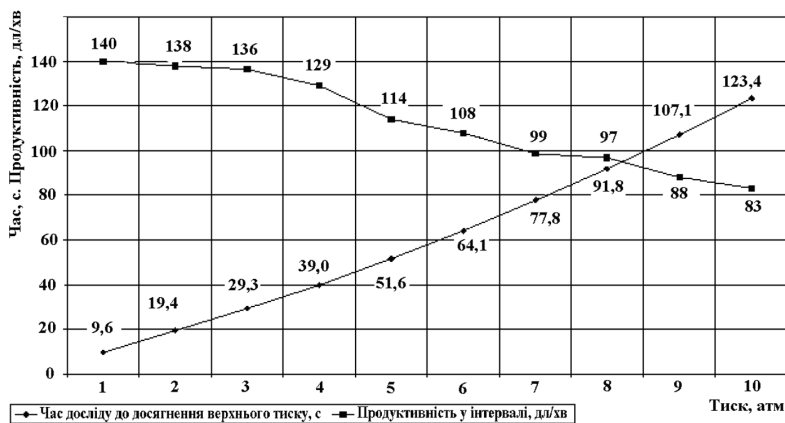


Рис. 3. Залежність часу t наповнення ресивера об'ємом $V = 2,25$ л (с) до тиску $P = 1-10$ атм та продуктивність компресора Q_i по інтервалу $(P - 1) = P$ (атм)

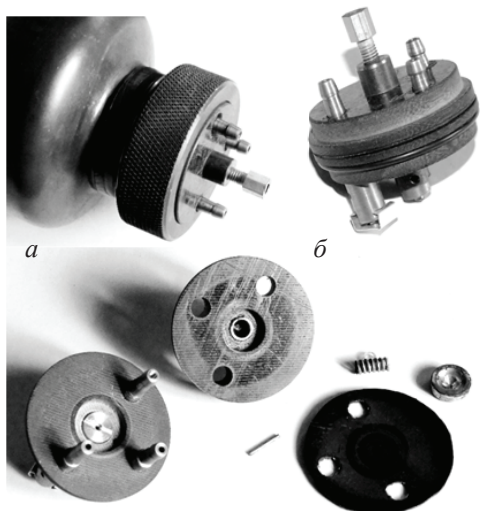


Рис. 4. Загальний вигляд редуктора низького тиску:
а – ресивер у зборі з редуктором;
б, в – редуктор у зібраному та в розібраному вигляді відповідно

Час зарядки ресивера сівалки компресором (за відсутності допоміжного ресивера, встановленого на зарядній станції) до робочого тиску 1 МПа не перевищуватиме $35/8,3 = 4,22$ хв.

Ресивер повинен сполучатися з ГВА через редуктор, який підтримував би постійний робочий тиск. Редуктор, вмонтований у кришку ресивера (рис. 4), було розроблено, виготовлено і випробувано. Залежність вихідного тиску редуктора від вхідного при роботі на дросель постійного перерізу представлено на рис. 5.

Підвищення вихідного тиску при зменшенні вхідного пояснюється дією сили тиску на регулюючий клапан редуктора (клапан зворотного типу, який відкривається проти потоку). Миттєве значення витрати повітря через електропневмоклапан ГВА на порядок більше його середнього значення, що викликає суттєві пульсації вихідного тиску. Для усунення цього негативного явища на виході редуктора включено ресивер низького тиску об'ємом 1 л.

Компресор для практичного використання дообладнано корпусом з'єднувальної арматури (рис. 6), у який вмонтовано масловоловоуловлювач, штуцери для підключення впускного 3 і нагнітальних 2 та 6 трубопроводів, фільтр 7 очистки повітря, реле тиску, кнопку станцію 8 з реле 9.

Живлення компресора в польових умовах можна здійснити від побутової мере-

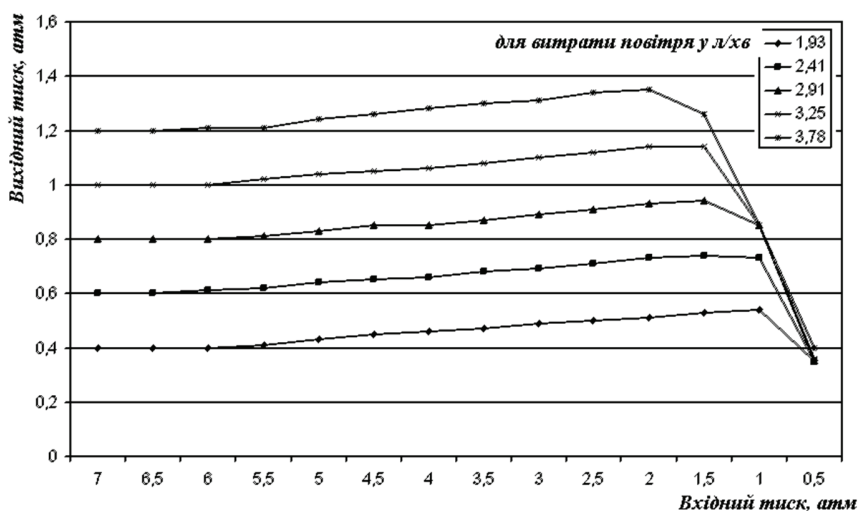


Рис. 5. Залежність вихідного тиску редуктора від вхідного при роботі на дросель постійного перерізу (за середнього значення витрати повітря, л/хв)

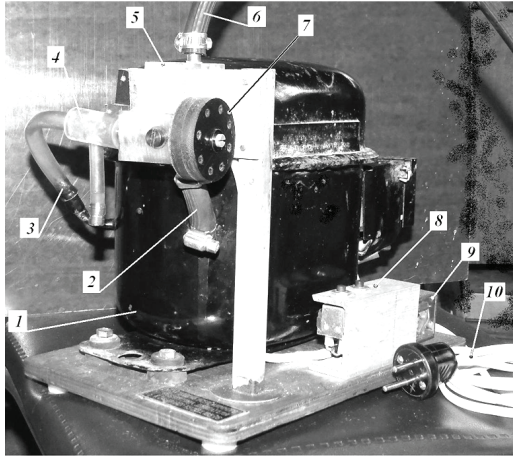


Рис. 6.
Загальний вигляд компресора:
1 – корпус;
2, 6 – нагнітальний трубопровід;
3 – впускний трубопровід;
4 – волого-уловлювач;
5 – корпус з'єднувальної арматури;
7 – повітряний фільтр;
8 – кнопкова станція;
9 – електромагнітне реле;
10 – шнур живлення

жі 220 В або від малогабаритного мотор-генератора.

Отже, результати проведеної роботи зі створення пневмосистеми для ручної сівалки з гідропневматичним висівним апаратом

доводять можливість використання мотор-компресорів від утилізованих побутових холодильників. Наведені залежності дозволяють виконувати інженерні розрахунки агрегатів пневмосистеми.

Бібліографія

1. Бабакин Б.С. Бытовые холодильники и морозильники: справочник / Бабакин Б.С., Выгодин В.А. – М.: Колос, 1998. – 631 с.
2. Бойко В.Б. Дослідження гідропневматичного висівного апарата / В.Б. Бойко, В.О. Улексін // Геотехническая механика: межведомств. сборник научн. трудов; Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2008. – Вып. 75. – С. 228–231.
3. Бойко В.Б. Обґрунтування параметрів дозатора для гідропневматичного висівного апарата / В.Б. Бойко, В.О. Улексін // Вісник ХНТУСГ. Механізація сільськогосподарського виробництва. – Харків, 2015. – Вип. 156. – С. 52–60.
4. Бондар Е.С. Современные бытовые электроприборы и машины / Е.С. Бондар, В.Я. Кварцевич. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
5. Кириченко Р.В. Обґрунтування параметрів та розробка вібраційно-дискового висівного апарата для однонасінневої сівалки дрібного насіння: дис. ... канд. техн. наук / Р.В. Кириченко. – Харків, 2011. – 241 с.

Рецензент – доктор технічних наук,
професор С.С. Тищенко