

7. Бахмат М.І., Овчарук В.І., Божок А.М., Понеділок В.Ф. Дослідження побутової сушарки з металевим геліоколектором і резервною топкою // Збірник наукових праць ПДАТУ. Вип. 17. – Кам'янець-Подільський, 2009. – 488 с., С. 324-335.
8. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. литературы, 1981. – 720 с.

*Аннотация. Представлена конструктивная схема и описана работа сушилки-водонагревателя, а также приведены результаты ее исследования.*

*Ключевые слова: топка, сушильная камера, водонагреватель, теплообменник, электронагреватель, паровоздушный клапан, дымогарная труба, лоток, дефлектор, дверца.*

*Annotation. There were represented a constructive scheme and described an operation of dryer and water-heater, as well as the results of its investigation.*

*Key words: thin, drying chamber, water heater, thermal exchanger, electrical heater, vapors and air valve, smoke-pipeline, stall, deflector, doors.*

### УДК 629.3.027.533.6

*В.І. Дуганець, кандидат технічних наук, доцент,  
А.М. Божок, доцент,  
В.В. Майсус, старший викладач,  
М.П. Волинкін, здобувач,  
М.А. Венгер, асистент ПДАТУ*

## РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СИГНАЛІЗАТОРА АВАРІЙНОГО ТИСКУ В ШИНАХ КОЛІС МОБІЛЬНО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ

*Представлено принципову схему та описано роботу сигналізатора аварійного тиску в шинах коліс мобільно-енергетичного засобу, а також результати його дослідження.*

*Ключові слова: датчик тиску, гальмівний барабан, гальмівний диск, камера, сільфон, фіксатор, мембрана, сигнальна лампа, контакт, ролик.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** З різних причин тиск повітря в камерах шин автобусів, легкових і вантажних автомобілів, автокранів та інших мобільно-енергетичних засобів (МЕЗ) може понижуватися, досягати мінімально допустимої величини і зовсім зникати, викликаючи аварійні ситуації, пов'язані з перекиданням МЕЗ, а переміщення їх на понижених тисках виводить з ладу шини, що в цілому народному господарству наносить помітні матеріальні збитки і є причиною нещасних випадків з тяжкими травмами водіїв і пасажирів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких запропоновано розв'язання даної проблеми.** Однією з причин, внаслідок якої МЕЗ, що рухається з високою швидкістю, може втратити стійкість або раптово змінити напрямок, є приховані несправності, порізи, пошкодження каркасу і камери шини. У результаті понижується тиск в шинах, порушується врівноваженість відцентрової сили, що може викликати пошкодження в ослабленому місці, втрату стійкості і дорожньо-транспортну пригоду (ДТП) [1].

Однак на сучасних МЕЗ відсутні штатні сигналізатори стану тиску в шинах коліс. У публікації також не описані ні конструктивні, ні схемні рішення сигналізаторів аварійного тиску в шинах та результати їх дослідження.

**Мета дослідження:** розробити принципову схему сигналізатора аварійного тиску в шинах коліс МЕЗ і дослідити властивості основних динамічних ланок, при яких забезпечиться його роботоздатність.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На рис. 1 показана принципова схема розробленого принципово нового [2] сигналізатора аварійного тиску в шинах коліс МЕЗ. Основними елементами сигналізатора є датчик тиску сільфонного типу, установлений на гальмівному барабані 1 коліс 27 з шиною 25 і камерою 26, фіксатор з рухомими і нерухомими контактами, закріплений на гальмівному диску 29, і сигнальна лампа 23, приєднана до бортової електричної системи МЕЗ.

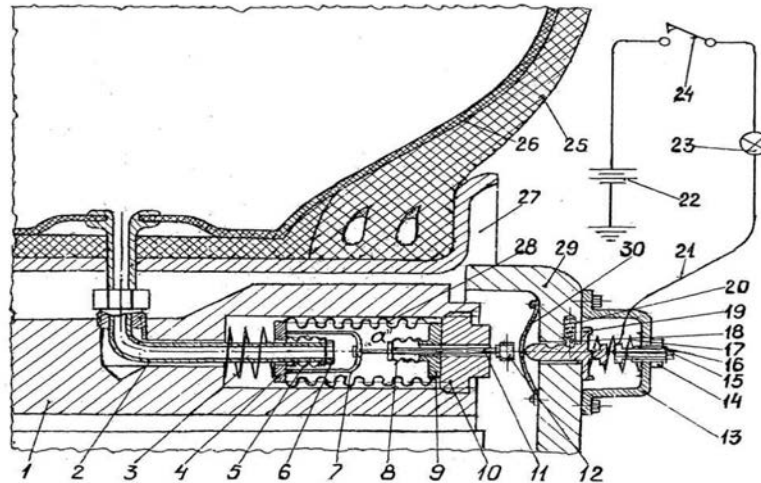


Рис. 1 . Принципова схема сигналізатора аварійного тиску в шинах коліс МЕЗ:  
 1 – барабан гальмівний; 2 – трубка; 3, 17, 20 – пружини; 4, 6, 9 – фланці; 5, 8, 28 – сифони;  
 7 – вилка; 10, 14 – гайки; 11 – шток; 12 – ролик; 13 – кришка; 15 – гвинт регулювальний;  
 16 – контакт нерухомий; 18 – кулька; 19 – контакт рухомий; 21 – провідник;  
 22 – джерело електричного струму; 23 – лампа сигнальна; 24 – перемикач; 25 – шина;  
 26 – камера; 27 – колесо; 29 – диск гальмівний; 30 – мембрана.

Датчик виконаний у вигляді сифонів зовнішнього 28 і двох внутрішніх 5, 8, розміщених у порожнині барабана 1, які з фланцями 4, 6, 9 утворюють порожнину “а”, сполучену через трубку 2 з порожниною камери 26. Рухомий фланець 4 з одного боку підтиснений пружиною 3, а з протилежного – зв’язаний з вилкою 7, яка жорстко з’єднана з одним кінцем штока 11 з можливістю переміщатися вздовж спільної вісі датчика у нерухомому фланці 9 і гайці 10, загвинченій у гальмівному барабані 1. Другий кінець штока 11 шарнірно з’єднаний з роликом 12 з можливістю взаємодіяти з мембраною 30, закріпленою на гальмівному диску 29.

Фіксатор являє собою кульку 18, взаємодіючу з пружиною 20, які установлені в отворі гальмівного диска 29.

Рухомий, взаємодіючий з кулькою 18 і пружиною 20, контакт 19 установлений на гальмівному диску 29, а ізолювано у кришці 13 – нерухомий контакт 16.

Кришка 13 герметично закріплена на гальмівному диску 5, а нерухомий контакт 16 з’єднаний провідником 21 із сигнальною лампою 23, перемикачем 24 і бортовим джерелом 22 електричного струму МЕЗ. Вздовж вісі контакту 16 установлений регулювальний гвинт 15 для повернення рухомого контакту 19 у вихідне положення після спрацювання сигналізатора. Нерухомий контакт 16 на кришці 13 фіксується гайкою 14. Ролик 12 на рухомий контакт 19 діє через захисну мембрану 30.

При тиску в шині 25 вище мінімально допустимого рухомий фланець 4, долаючи зусилля пружини 3, знаходиться в крайньому лівому положенні і через вилку 7 і шток 11 утримує ролик 12 теж у крайньому лівому положенні. При цьому ролик 12 не діє на мембрану 30, а отже, і на рухомий контакт 19. Контакт рухомий 19 і нерухомий 16 розімкнені і сигнальна лампа 23 на щитку приладів в кабіні МЕЗ не горить.

У випадку, коли через пошкодження тиск повітря у шині 25 понизиться і досягне мінімально допустимої величини, пружина 3, діючи на фланець 4, через вилку 7 і шток 11 перемістить ролик 12 управо. У результаті деформації мембрана 30 торкнеться рухомого контакту 19 і, долаючи опір пружини 20 фіксатора і пружини 17, перемістить його управо до замикання з нерухомим контактом 16 і ввімкнення сигнальної лампи 23, яка загориться, сигналізуючи водієві появу в шині 25 аварійного тиску. При переміщенні рухомий контакт 16 попаде лівою лункою під кульку 18 фіксатора, якою зафіксується в положенні постійного ввімкнення і горіння сигнальної лампи 23. Після усунення причин появи аварійного тиску і забезпечення його допустимої величини в шині 25 рухомий контакт 19 регулювальним гвинтом 15 повертається у вихідне положення, при якому кулька 18 фіксатора попаде у його праву лунку.

Сигналізатор являє собою розімкнену систему автоматичного контролю і сигналізації (САКС) аварійного тиску в шинах коліс МЕЗ. САКС містить пневматичну шину як об’єкт контролю, пневматичний датчик сифонного типу, релейну ланку у вигляді фіксатора і

світловий показчик аварійного тиску – сигнальну лампу. Для розробки і проектування САКС необхідні статичні і динамічні характеристики як самого об'єкта, так і послідовно сполучених з ним динамічних ланок. Система складається з лінійної і нелінійної частин. Лінійну частину утворює об'єкт контролю і датчик тиску, а нелінійну – релейна ланка і світловий показчик [3, 6, 7].

Однією з умов роботоздатності САКС є стійкість її лінійної частини під дією на шину колеса збуруючих поштовхів і ударів з боку рельєфу і перешкод дороги, яка оцінюється за характером перехідних процесів динамічних ланок. Вхідною координатою пневматичної шини як першої динамічної ланки лінійної частини є змінювання тиску стисненого повітря, спричиненого зовнішнім збуренням, а вихідною – тиск на її виході. Наближено змінювання тиску стисненого повітря в шині колеса, якщо вважати процес змінювання стану повітря ізотермічним, може бути описаним наступним рівнянням

$$Vdp_u = RT\gamma Qdt, \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм камери;

$p_u$  – тиск стисненого повітря в шині колеса;

$R$  – питома газова стала повітря;

$T$  – абсолютна температура повітря;

$\gamma$  – середня питома вага повітря;

$Q$  – об'ємна витрата повітря через отвір в камері шини.

При умові, що  $Q$  через отвір в камері в кожний момент часу пропорційний перепаду тисків  $p_{\text{вх}} - p_u$  (ламінарний режим руху повітря), одержимо

$$Vdp_u = RT\gamma(p_{\text{вх}} - p_u)dt, \quad (2)$$

або

$$Vdp_u = \alpha(p_{\text{вх}} - p_u)dt, \quad (3)$$

де  $\alpha = RT\gamma$  – постійний коефіцієнт підсилення камери шини колеса.

Рівняння (3) може бути представлено у вигляді [6]

$$T_u \frac{dp_u}{dt} + p_u = p_{\text{вх}}, \quad (4)$$

де  $T_u = \frac{V}{\alpha} = \frac{V}{RT\gamma}$  – постійна часу шини колеса.

З одержаного рівняння (4) передаточна функція шини колеса, як динамічної ланки з одиничним коефіцієнтом підсилення, може бути представлена у вигляді

$$W_u(p) = \frac{1}{T_u p + 1}, \quad (5)$$

де  $p = \frac{d}{dt}$  – оператор в перетвореннях Лапласа.

Для визначення характеру змінювання вихідної координати необхідно подати на вхід стрибкоподібну координату  $p_{\text{ов}}$ . Тоді розв'язок рівняння (4) через передаточну функцію ланки матиме вигляд

$$p_{\text{вх}} = p_{\text{ов}} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_u}}\right) \quad (6)$$

Перехідний процес шини колеса представлений на рис. 2, а при різних значеннях постійного часу  $T_u$ . Криві перехідного процесу мають вигляд експонент.  $T_u$  визначає динамічні властивості шини. Із збільшенням  $T_u$  перехідний процес сповільнюється, стає затяжним і навпаки. При  $T_u = 0$  перехідний процес буде протікати миттєво (розрив шини), а інерційна ланка перетвориться в безінерційну підсилювальну ланку. Але в усіх випадках значень  $T_u$  перехідні процеси шини колеса не можуть набувати коливального характеру [5, 6].

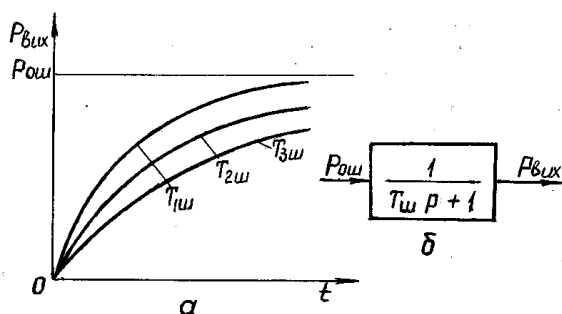


Рис. 2. Пневматична шина колеса як інерційна аперіодична ланка першого порядку:

а) перехідні процеси при різних значеннях постійного часу  $T_u$ ; б) передаточна функція.

Другою динамічною ланкою лінійної частини САКС є датчик тиску повітря в шинах колеса. Вхідною координатою його є змінювання тиску на виході  $\Delta p_{\text{ex}}$ , а вихідною – переміщення  $\Delta X_{\text{вих}}$  штока. При врахуванні інерційності рухомих мас датчика і сил тертя умовою рівноваги сил, діючих на нього, буде [4]

$$F_i + F_T + F_{II} + F_C + F_M = F_B, \quad (7)$$

де  $F_i$  – сила інерції рухомих мас;

$F_T$  – сила в'язкого тертя;

$F_{II}$  – приведенне до штока зусилля пружин датчика, фіксатора і рухомого контакту;

$F_C$  – приведенне до штока зусилля сильфонів датчика;

$F_M$  – приведенне до штока зусилля мембрани;

$F_B$  – вхідне зусилля датчика.

Вхідне зусилля від тиску  $\Delta p_{\text{ex}}$ , діючого на рухомий фланець зовнішнього сильфона, рівне

$$F_B = \Delta p_{\text{ex}} \cdot S_{\phi}, \quad (8)$$

де  $S_{\phi}$  – площа рухомого фланця сильфона.

Сила інерції рухомих мас при взаємодії штока з мембраною і рухомим контактом до включення з нерухомим контактом визначається за формулою

$$F_i = M \cdot \frac{d^2 \Delta X_{\text{вих}}}{dt^2}, \quad (9)$$

де  $M$  – маса рухомих деталей.

З врахуванням тільки сили в'язкого тертя, яка пропорційна швидкості переміщення рухомих мас, одержимо

$$F_T = \nu \cdot \frac{d \Delta X_{\text{вих}}}{dt}, \quad (10)$$

де  $\nu$  – коефіцієнт в'язкого тертя.

Сила протидії пружин пропорційна їх стиску в момент дії на них штока

$$F_n = (C_{II\delta} + C_{II\phi} + C_{IIK}) \cdot \Delta X_{\text{вих}}, \quad (11)$$

де  $C_{II\delta}$ ,  $C_{II\phi}$  і  $C_{IIK}$  – жорсткість пружин датчика, фіксатора і рухомого контакту.

Зусилля протидії матеріалу стінок сильфонів рівне

$$F_C = (C_3 + C_{1B} + C_{2B}) \cdot \Delta X_{\text{вих}}, \quad (12)$$

де  $C_3$ ,  $C_{1B}$  і  $C_{2B}$  – жорсткість матеріалу стінок, відповідно зовнішнього, першого і другого внутрішнього сильфонів.

Сила протидії мембрани пропорційна її стиску

$$F_M = C_M \cdot \Delta X_{\text{вих}}, \quad (13)$$

де  $C_M$  – жорсткість матеріалу мембрани.

З врахуванням (8-13) і спрощень рівняння рівноваги сил (7) матиме вигляд:

$$M \frac{d^2 \Delta X_{\text{вих}}}{dt^2} + \nu \frac{d \Delta X_{\text{вих}}}{dt} + (C_{II} + C_C + C_M) \Delta X_{\text{вих}} = S_{\phi} \cdot \Delta p_{\text{ex}}. \quad (14)$$

Тут  $C_{II} = (C_{II\delta} + C_{II\phi} + C_{IIK})$  і  $C_C = (C_3 + C_{1B} + C_{2B})$  – відповідно приведені жорсткості пружин і сильфонів.

Після здійснення переходу до безрозмірних координат, з врахуванням відношення пониження  $\Delta p_{\text{ex}}$  до мінімальної величини  $p_{\text{мін}}$  в шині, при якому рухомий фланець зовнішнього сильфона переміститься на максимальну величину, а для штока відношення  $\Delta X_{\text{вих}}$  до повного його ходу  $X_{\text{макс}}$  і нескладних перетворень, рівняння (14) набуде вигляду:

$$\frac{M}{C_{II} + C_C + C_M} \cdot \frac{d^2 X_{\text{вих}}}{dt^2} + \frac{\nu}{C_{II} + C_C + C_M} \cdot \frac{d X_{\text{вих}}}{dt} + X_{\text{вих}} = p_{\text{ex}}. \quad (15)$$

Отже, з врахуванням інерції рухомих мас і в'язкого тертя сильфонний датчик тиску в шині колеса при взаємодії штока через мембрану з фіксатором і рухомим контактом ще до

замикання його з нерухомим являє собою в динамічному відношенні коливальну ланку з диференціальним рівнянням (15), яке може бути представлено у вигляді:

$$T_{\delta}^2 \frac{d^2 X_{\text{вих}}}{dt^2} + T_{K\delta} \frac{dX_{\text{вих}}}{dt} + X_{\text{вих}} = K_{\delta} p_{\text{вх}}, \quad (16)$$

де  $T_{\delta}^2 = \frac{M}{C_{II} + C_C + C_M}$  – постійна часу датчика тиску, яка характеризує його інерційні властивості;

$T_{K\delta} = \frac{\nu}{C_{II} + C_C + C_M}$  – постійна часу датчика тиску, яка характеризує його демпфуючі властивості;

$K_{\delta} = 1$  – коефіцієнт підсилення датчика.

Із (16) передаточна функція ланки матиме вигляд

$$W_{\delta}(p) = \frac{K_{\delta}}{T_{\delta}^2 p^2 + T_{K\delta} p + 1} = \frac{1}{T_{\delta}^2 p^2 + T_{K\delta} p + 1}, \quad (17)$$

де  $p = \frac{d}{dt}$  – оператор в перетвореннях Лапласа.

Характер перехідного процесу, за яким визначаються динамічні властивості і оцінюється стійкість датчика, залежать від  $T_{\delta}$ ,  $T_{K\delta}$  і їх співвідношення. Залежно від коренів характеристичного рівняння датчика  $T_{\delta}^2 p^2 + T_{K\delta} p + 1 = 0$  вирази його перехідного процесу будуть різними [8].

При  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}} > 2$  перехідний процес при подачі на вхід стрибкоподібної величини  $p_{\text{вх}}$  опишеться виразом

$$X_{\text{вих}} = p_{\text{вх}} \left( 1 - \frac{p_2}{p_2 - p_1} e^{-p_1 t} + \frac{p_1}{p_2 - p_1} e^{-p_2 t} \right), \quad (18)$$

де  $p_1$  і  $p_2$  – корені характеристичного рівняння.

Графічно такий перехідний процес представляється двома експонентами (рис. 3,а) послідовно з'єднаних двох аперіодичних ланок. Таке з'єднання за динамічними властивостями являє собою інерційну ланку другого порядку.

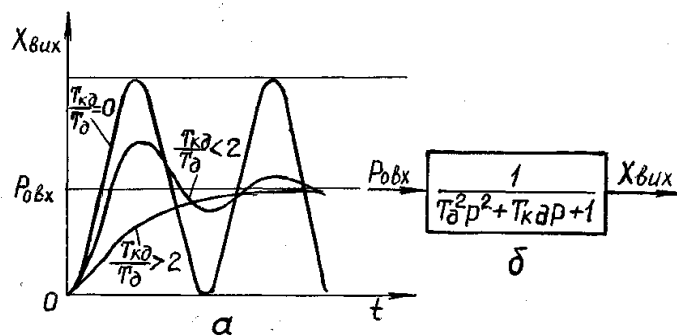


Рис. 3. Датчик тиску в шині колеса як коливальна ланка:

- а) перехідні процеси залежно від відношення  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}}$ ;  
б) передаточна функція.

При  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}} < 2$  характеристичне рівняння матиме комплексні корені і перехідний процес опишеться наступним виразом:

$$X_{\text{вих}} = p_{\text{овх}} \left[ 1 - e^{-\alpha t} \left( \cos \omega t + \frac{\alpha}{\omega} \sin \omega t \right) \right], \quad (19)$$

де  $p_{1,2} = \alpha \pm j\omega$  – спряжені комплексні корені характеристичного рівняння, дійсна і уявна частина яких рівна

$$\alpha = \frac{T_{K\delta}}{2T_{\delta}^2} \quad i \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{T_{\delta}^2} - \frac{T_{K\delta}^2}{4T_{\delta}^4}}. \quad (20)$$

Перехідний процес (рис. 3,а) динамічної ланки при цьому є затухаюча синусоїда, амплітуда якої зменшується від півперіода до півперіода за експоненціальним законом  $e^{-\alpha t}$ . Тому датчик тиску повітря в шинах коліс, динамічні властивості якого визначаються диференціальним рівнянням (16) при  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}} < 2$ , являє собою коливальну ланку.

При відсутності в'язкому тертю, коли  $T_{K\delta} = 0$  і  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}} = 0$ , вираз перехідного процесу матиме наступний вигляд коливальної ланки:

$$X_{\text{вих}} = p_{\text{овх}} \left( 1 - \cos \frac{t}{T_{\delta}} \right). \quad (21)$$

Динамічна ланка з таким незатухаючим коливальним перехідним процесом називається консервативною ланкою.

Із збільшенням постійної часу в'язкого тертя і зменшенням постійної часу інерції збільшується ступінь затухання коливального процесу.

Таким чином, розроблена принципова схема коліс МЕЗ як одного із засобів можливих ДТП і пов'язаних з ними матеріальними збитками, а також нещасними випадками з тяжкими травмами водіїв і пасажирів.

Сигналізатор може бути технічно реалізований на серійних колесах у вигляді штатного вузла їх ходової частини із сигнальною лампою, розміщеною на щитку приладів і під'єднаною до джерела струму бортової електричної системи МЕЗ. Вузол з усіма функціонально необхідними ланками являє собою систему автоматичного контролю і сигналізації тиску в шині колеса, яка, крім шини-об'єкта контролю і сигнальної лампи покажчика аварійного тиску, містить ланки з блоком рухомого і нерухомого контактів. Роботоздатність системи залежить тільки від динамічних властивостей датчика тиску. Оскільки закладений в принципову схему датчик за своїми динамічними властивостями може бути аперіодичною інерційною ланкою другого порядку, коливальною і консервативною, для даної системи перевагу слід надавати проміжним властивостям між аперіодичною і коливальною ланками. При цьому для зменшення коливальної системи контролю в датчику необхідно збільшувати постійну часу  $T_{K\delta}$  і зменшувати  $T_{\delta}$ . Але це доцільно виконувати лише в певних межах, оскільки при надмірному збільшенні відношення  $\frac{T_{K\delta}}{T_{\delta}}$  перехідний процес затягується і час спрацювання сигналізатора може збільшитися настільки, що не забезпечить своєчасного вмикання блоку контактів і загоряння сигнальної лампи.

**Висновки.** Датчик аварійного тиску в шинах коліс в складі розробленого сигналізатора з динамічними властивостями консервативної ланки не придатний для забезпечення його роботоздатності. Налаштування датчика повинна відповідати властивостям аперіодичної інерційної ланки другого порядку з перехідним процесом, близьким до аперіодичного з двома експонентами. При цьому в'язке тертя в датчику найпростіше забезпечити пневматичним демпфером, але в тих випадках, коли це досягти неможливо, необхідно замінити на гідравлічне демпфування і для уніфікації в його конструкції передбачати дросель з регульовальним гвинтом настройки. Однак виявлення стійкої роботи сигналізатора з врахуванням взаємодії між собою його динамічних ланок вимагає подальших теоретичних досліджень лінійної частини САКС.

## Список використаних джерел

1. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта. – Л.: Лениздат, 1984. – 304 с.
2. Патент України №45215, МПК G 01 C 15/00. Сигналізатор аварійного тиску в шинах коліс мобільно-енергетичного засобу / Дуганець В.І., Божок А.М., Майсус В.В., Волинкін М.П., Венгер М.А. №U200906157. Заяв. 15.06. 2009. Опубл. 26.10. 2009, Бюл. № 20.
3. Ибрагимов И.А., Фарзана Н.Г., Илясов Л.В. Элементы и системы пневмоавтоматики: Учебник для вузов по спец. „Автоматизация и комплексная механизация хим.-технол. процессов”. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 544 с.
4. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. Механизмы. Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. Под ред. С.Н. Кожевникова. – М.: Машиностроение, 1976. – 784 с.
5. Топчиев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования. – М.: Машиностроение, 1989. – 752 с.
6. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 736 с.
7. Васильев Д.В., Чуич В.Г. Системы автоматического управления. – М.: Высшая школа, 1967. – 420 с.
8. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Наука, Главная редакция физ.-мат. л-ры, 1981. – 720 с.

*Аннотация.* Представлено принципиальную схему и описано работу сигнализатора аварійного давления в шинах колес мобільно-енергетического средства, а также результаты его исследования.

*Ключевые слова:* датчик давления, тормозной барабан, тормозной диск, камера, сильфон, фиксатор, мембрана, сигнальная лампа, контакт, ролик.

*Summary.* Elaboration and reseaching of press signal in tyres of mobile-power means. The principal scheme is presented and described the work of press alarm signalling durce in tyres of mobile-power means and the results of its researching.

*Key words:* press detector, braking drum, braking disk, camera, hololer, membrane, signalling lamp, contaet, loller.

## УДК 631.363.21

*І.М. Бендера, доктор педагогічних наук, професор,*

*І.І. Шевчук, аспірант,*

*В.П. Лаврук, кандидат технічних наук, доцент ПДАТУ*

## ВЕРТИКАЛЬНІ ДРОБАРКИ – ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

*Проведено аналіз існуючих технічних засобів подрібнення фуражного зерна. Визначені коефіцієнти повноти розробок для існуючих варіантів технічних рішень для подрібнення зернового матеріалу і обґрунтовано конструктивно-технологічну схему дробарки з вертикальним розташуванням ротора.*

*Ключові слова:* вертикальний ротор, конструктивно-технологічна схема, непродуктивне переміщення повітря, зерновий матеріал, дробарка.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Для якісного ведення тваринницького господарства необхідна міцна кормова база. Висока ефективність галузі значною мірою зумовлюється раціональним використанням кормових ресурсів, а це, як відомо, можливо лише при згодовуванні кормів у підготовленому вигляді і забезпеченні збалансованої годівлі тварин.

У структурі раціонів для тварин найбільш вагомим компонентом є концентровані корми. Для їх ефективного згодовування тваринам існує багато технологічних операцій, які покращують процес засвоєння їх шлунком тварини. Домінуюча роль в технології приготування концентрованих кормів належить подрібненню.