

## **АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВХОДЖЕННЯ НАСІНИНИ В КОМІРЧИНУ ВИСІВНОГО ЕЛЕМЕНТА, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ В СУЦІЛЬНОМУ ЗЕРНОВОМУ ШАРІ**

***М.С. Шведик, кандидат технічних наук  
Луцький національний технічний університет***

*У статті наведено аналіз процесу входження насінини в комірчину висівного елемента, який реалізується шляхом її заштовхування під дією тиску зернового шару в бункері за одним з трьох варіантів з одночасним: притискуванням насінини до основи комірчини; з обертанням і одночасним виштовхуванням за межі комірчини першої насінини та заштовхуванням на її місце сусідньої; з поворотом насінини назад-вперед.*

***Висівний елемент, комірчина, бункер, насінина, шар, тиск, сила, момент, заштовхування, поворот.***

**Постановка проблеми.** Одним з резервів, що дозволяє підвищити врожайність зернових колосових культур є створення оптимальних умов для життєдіяльності рослин, що досягається шляхом їх рівномірного розміщення по площі живлення [1,2]. Розв'язати цю проблему можна шляхом впровадження точного висіву насіння. З цією метою як в Україні, так і за рубежом, активно ведуться розробки зі створення високоефективного висівного апарата. Вважається, що найбільш перспективним апаратом для точного висіву зернових колосових культур є пневмомеханічний апарат барабанного типу, який забезпечує централізований висів насіння по ширині захвату сівалки [3,4,5]. При цьому точність висіву насіння зернових колосових культур залежить насамперед від розв'язання триєдиної задачі ще на початковій стадії його реалізації – забезпечення поштучного відбору насіння в бункері, надійного утримання відібраної насінини в комірчині під час її транспортування до зони розвантаження і розвантаження комірчин [4, 6, 7]. Дотримання цієї умови забезпечує 100% висів насіння кожною комірчиною висівного апарата з рівним інтервалом, тобто висів здійснюється без пропусків.

А тому головним завданням, яке необхідно вирішувати під час проектування апаратів для точного висіву насіння зернових колосових культур є створення сприятливих умов для забезпечення 100% заповнення комірчин висівного елемента насінням.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень в галузі точного висіву насіння [1-8] показує, що всі вони в основному приурочені вивченню робочого процесу висівних апаратів, визначенню сили і глибини присмокування насінини до комірчини, обґрунтування їх конструктивних параметрів та встановлення оптимальної площі живлення рослин. На основі цих досліджень була розроблена теорія процесу висіву насіння.

Однак питання, що стосуються безпосередньо процесу входження насінини в комірчину висівного елемента, що обертається в суцільному зерновому шарі, в літературних джерелах недостатньо висвітлювались. А тому відсутність належного обґрунтування процесу входження насінини в комірчину висівного елемента не сприяє і розробці ефективних технічних рішень для його реалізації. У зв'язку з цим виникає потреба провести в цьому аспекті подальші дослідження, результати яких будуть покладені в основу вишиковування технічних рішень і механіко-технологічного обґрунтування параметрів апаратів точного висіву.

**Мета досліджень.** Враховуючи широкий різновид існуючих на даний час конструктивно-технологічних схем висівних апаратів, необхідно для кожного з них з врахуванням орієнтації осі їх обертання в просторі, провести аналіз процесу входження насінини в комірчину висівного елемента, що обертається в суцільному зерновому шарі, і на основі виявлених відмінностей і спільних ознак між ними встановити закономірність процесу входження насінини в комірчину.

**Результати досліджень.** З метою виявлення причин, що впливають на повноту заповнення комірчин проведемо аналіз входження насінини в її середину. При цьому робимо припущення, що висівний елемент обертається в суцільному зерновому шарі, обмеженому стінками бункера. Оскільки ж для висіву насіння зернових колосових культур існує шість висівних апаратів барабанного типу[9], то аналіз проведемо для кожного такого апарата. Схеми сил, що діють на висівний елемент розміщений в зерновому шарі для різних висівних апаратів, наведені на (рис.1).

З наведених схем видно, що під час обертання у суцільному зерновому шарі висівного елемента на його зовнішню або внутрішню поверхню – периферію (залежно від типу), діє тиск зернового шару. При цьому вертикальний тиск  $\sigma_V$  викликає бічний тиск  $\sigma_B$ , який у свою чергу викликає вторинний бічний тиск  $\sigma_{BB}$  [10]. Очевидно, що саме ці тиски будуть впливати на процес входження насінини у комірчину висівного елемента.

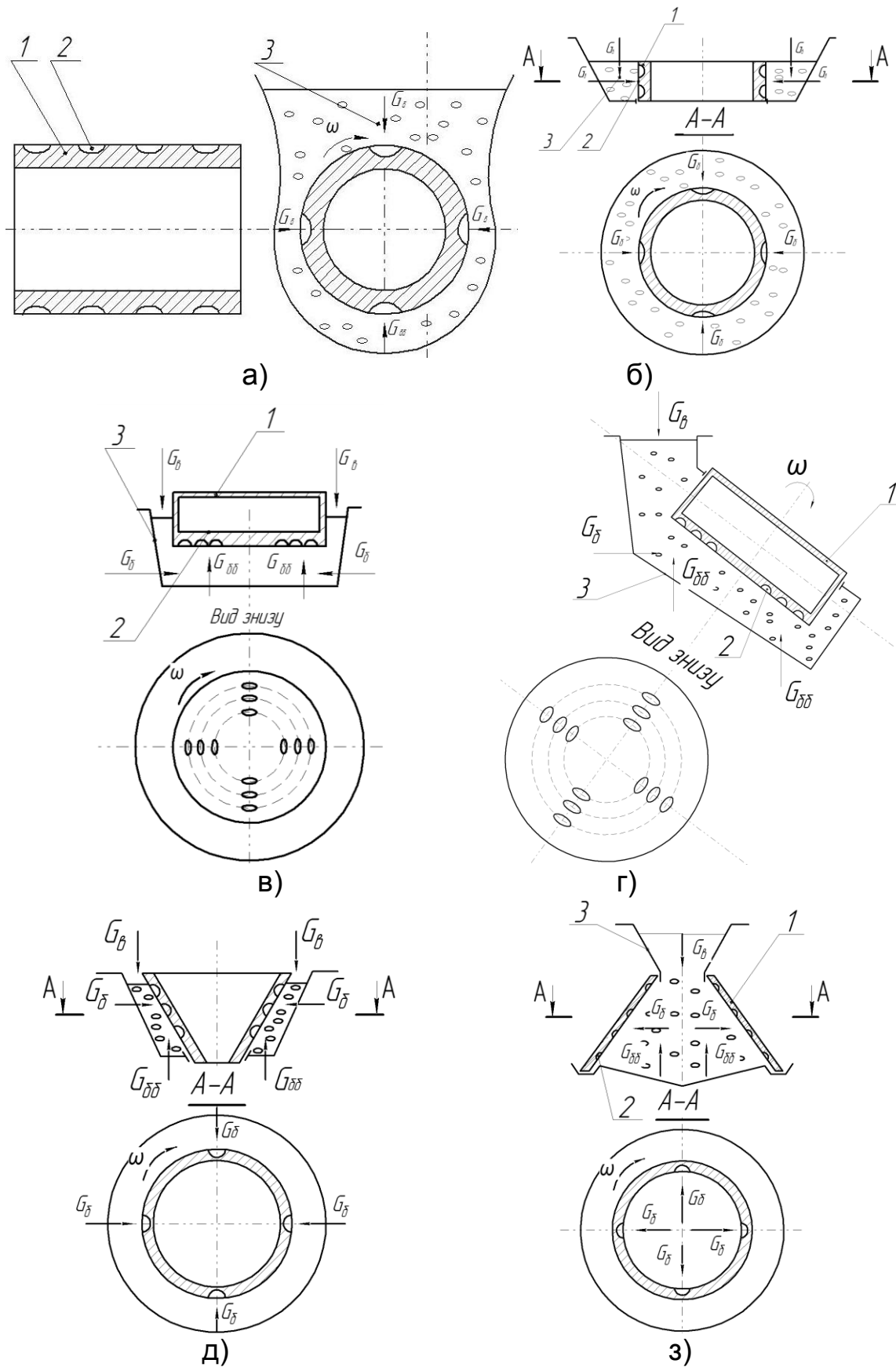


Рис. 1. Схема сил, що діють на висівний елемент розміщений в зерновому шарі.

Наші експериментальні дослідження показали, що під час обертання тіла з циліндричною або конічною поверхнею у суцільному зерновому шарі, насіння, яке дотикається до його поверхні, за рахунок сил тертя орієнтується повздовжньою віссю в діаметральній площині цього тіла в напрямку вектора  $\vec{v}$  його обертання. Аналогічна картина спостерігається і під час дотику насіння до основи (торця) циліндра або зрізаного конуса встановленого на вертикальній або нахиленій осі. Відмінність полягає тільки в тому, що насіння розміщується повздовжньою віссю на концентричних колах.

Тому форма комірчини повинна бути такою, щоб в неї входила тільки одна насінина. При цьому повздовжня вісь насінини повинна співпадати з напрямком дії вектора лінійної швидкості комірчини. Крім цього насінина повинна вільно входити в комірчину під час її заповнення і виходити при розвантаженні. Найбільш повно задовольняє ці вимоги симетрична комірчина, що має профіль основи у вигляді криволінійної поверхні [3]. При цьому дотичні прямі проведені до неї в точках контакту з насіниною утворюють кут  $\alpha$  з хордою  $AB$ , що сполучає крайні точки  $A$  і  $B$  комірчини, (рис.2).

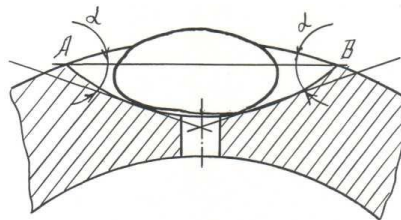


Рис. 2. Схема розміщення насінини в комірчині висівного елемента.

Процес входження насінини в комірчину відбувається шляхом її заштовхування насіннєвим шаром, що дотикається до поверхні висівного елемента. При цьому можливі три варіанти входження насінини всередину комірчини.

*Розглянемо перший варіант*, (рис. 3). Але враховуючи те, що комірчина може розміщуватись на зовнішній або на внутрішній поверхні висівного елемента і займати в просторі будь-яке положення, то спочатку розглянемо процес її входження в комірчину розміщену на зовнішній поверхні висівного елемента і у верхньому положенні, (рис. 1а). При цьому процес входження насінини в комірчину будемо відображати схематично розділивши його умовно на п'ять фаз, що протікають послідовно одна за одною. Зерновий шар зобразимо у вигляді окремих насінин розміщених паралельними рядами з нахилом їх повздовжньої осі до поверхні висівного елемента.

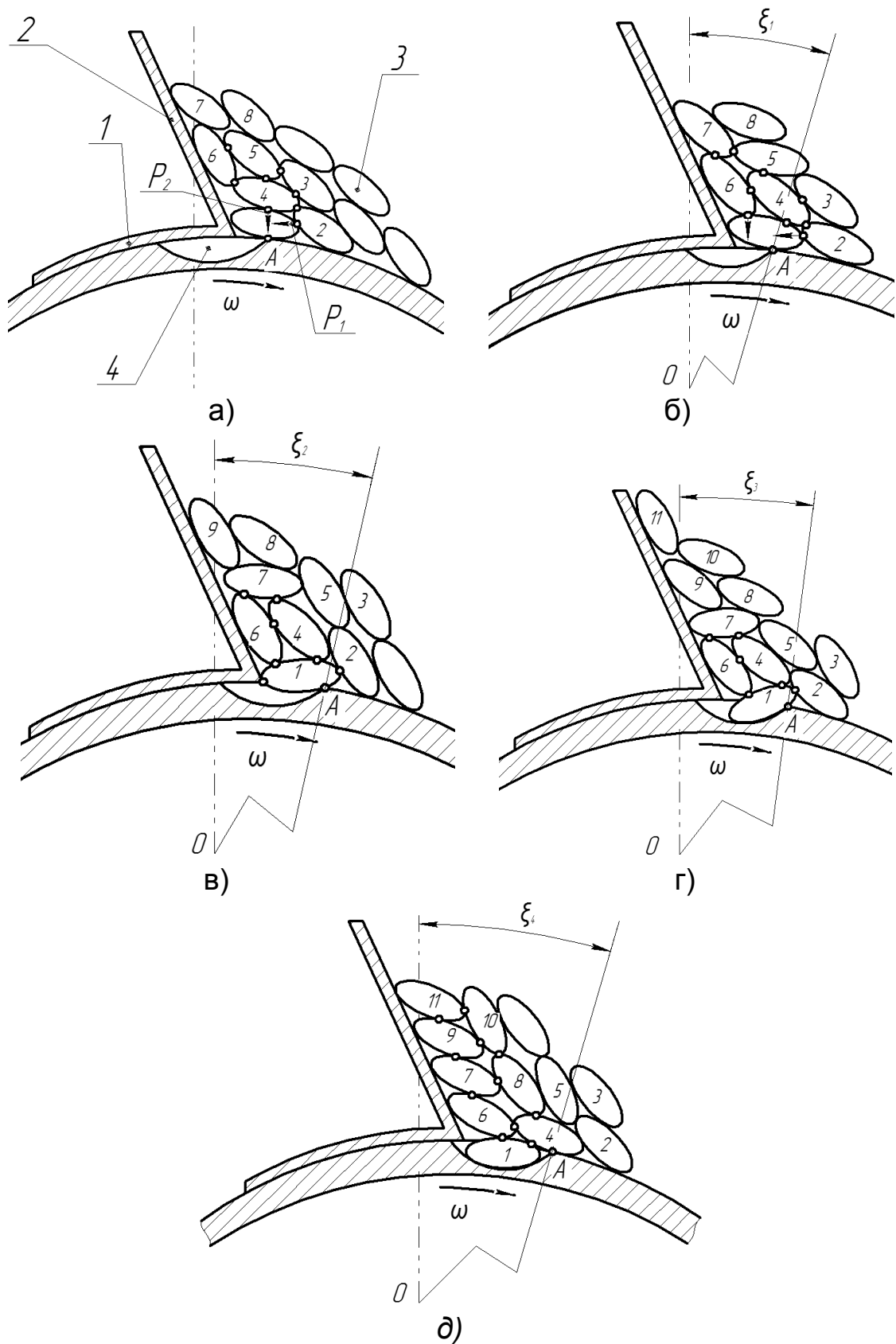


Рис. 3. Схема процесу входження насінини в комірку розміщену на зовнішній поверхні висівного елемента: 1 – висівний елемент; 2 – бункер; 3 – насінина; 4 – комірка.

Таке їх розміщення відповідає дійсному розміщенню насіння в бункері висівного апарата.

Виділимо в зерновому шарі одну насініну, яка розміщена біля комірчини, і присвоїмо їй порядковий №1, а іншим насінінам, що чинитимуть на неї безпосередній вплив, присвоїмо номери №№ 2,3,4...11. При цьому будемо вважати, що тиск від насініни до насініни передається через точки їх дотику. Щоб не затінювати малюнки зайвими позначеннями покажемо сили стрілками тільки в тих точках, які безпосередньо дотикаються з насініною №1.

Оскільки в зерновому шарі є шар насіння, що дотикається до периферії (поверхні) висівного елемента і він безпосередньо впливає на весь процес входження насініни в комірчину, то в російськомовних виданнях [5,7,8] для його означення введено спеціальний термін – «граничний слой». Однак в українській мові відсутній його точний переклад і ряд авторів цей шар називають «граничний шар», що не відображає його суті. Тому для його означення введемо спеціальний термін, який назвемо «периферійний шар». На нашу думку таке означення даного терміну забезпечує повне і однозначне трактування його суті.

Фазу 1 наведену на (рис. 3а) будемо вважати початком входження насініни в комірчину. Отже, в момент початку обертання висівного елемента насініна №1 сприймає через насініну № 2 від периферійного шару насіння лобовий опір, а зверху на неї діє тиск верхнього шару, який передається в точці контакту з насініною №4. Позначимо ці опори силами  $P_2$  і  $P_4$ . Одночасно зі зміщенням зернового шару за годинниковою стрілкою між ним і стінкою бункера утворюється (назвемо умовно) вільний від насіння проміжок по якому під дією вертикального тиску відбувається опускання насінін №6 і №7. Цей момент відображає перехід від фази 1 до фази 11, (рис. 3б).

При повороті висівного елемента 1 за годинниковою стрілкою на деякий кут  $\varepsilon_1$  відносно стінки бункера 2, насініна №1 разом з насініною № 2 і іншим насінням внаслідок тертя об поверхню висівного елемента буде рухатись в цьому ж напрямку. Однак внаслідок тертя швидкість периферійного шару насіння буде пригальмовуватись і далі цей шар рухатиметься зі швидкістю  $0,25 V_K$  (де  $V_K$  - швидкість руху комірчини) [5,7,8]. При цьому насініна №1 притискуватиметься лівим кінцем до стінки бункера в точці  $B$ , в якій виникає нормальна сила  $N$ . Вона викликає силу тертя  $F$ , яка направлена протилежно до напрямку переміщення насініни №1. При цьому в точці дотику насініни №1 з насініною №6 вертикальний тиск викликає силу вертикального тиску  $P_6$ . Таким чином під дією сили тиску  $P_6$  зі сторони насініни №6 та сили тиску  $P_2$

зі сторони насінини №2 на насінину №1 відносно точки А виникають крутні момент  $M_1 = P_2 \cdot l_1$  і  $M_2 = P_6 \cdot l_2$  (тут  $l_1$  і  $l_2$  – довжина плеча, їх величина рівна відрізкам від точки А до напрямку дії сил відповідно  $P_2$  і  $P_6$ ), які повертають насінину №1 навколо точки А до входу в комірчину 4.

Перехід від фази 11 до фази 111 настає в момент повороту висівного елемента на кут  $\varepsilon_2$ , рис.3в. При цьому відбувається вихід комірчини 4 з бункера, вхід в її середину розширюється і насінина №1 ще більше переміщується в сторону комірчини. Однак вхід в комірчину ще є недостатнім для входу насінини, а тому її лівий кінець і далі ковзає по стінці бункера. Таке переміщення відбувається доти, доки лівий кінець насінини №1 не дійде до нижнього краю стінки бункера і не зупиниться в точці С, в якій відбудеться її защемлення між стінкою і насіниною №2. Це положення є критичним, оскільки насінина впирається лівим кінцем в стінку бункера і не може здійснити остаточний поворот навколо точки А і ввійти в комірчину. При цьому під дією вертикального тиску відбувається зміщення окремих насінин в верхньому зерновому шарі. Так насінина №7 під дією тиску насінини №9 повертається навколо свого центра проти годинникової стрілки і правим кінцем повертає насінину №5 в праву сторону, а лівим кінцем тисне на насінину №6. На цьому фаза 111 завершується.

З поворотом висівного елемента на кут  $\varepsilon_3$  настає фаза 1У, рис.3г, за якої вхід в комірчину розширюється настільки, що під дією сили  $P_6$  тиску зі сторони насінини №6 на насінину №1 її лівий кінець остаточно зісковзує з стінки бункера і вона притискується до поверхні комірчини, а під дією сили  $P_2$  зі сторони периферійного шару заштовхується в її середину. При цьому відбувається заштовхування насінини №8 між насіниною №7 і №5, і фаза 1У завершується.

Подальший поворот висівного елемента на кут  $\varepsilon_4$  є настанням фази У, рис.3д, у якій насінина №1 остаточно заштовхується в середину комірчини і розміщується в ній так, що спирається на її основу тільки в двох крайніх точках розміщених в площині, що проходить вздовж поздовжньої осі насінини. На цьому процес входження насінини в комірчину висівного елемента завершується.

*Другий варіант*, (рис.4), процесу входження насінини з її обертанням в комірчині розглянемо за аналогією першого варіанту на прикладі висівного елемента з розміщенням комірчин на його внутрішній поверхні, (рис.1з). При цьому на схемі позначимо тільки ті сили, що діють на насінину №1 в точках її контакту з сусідніми насінинами.

Отже, при повороті висівного елемента 1, (рис.4а), за годинниковою стрілкою на кут  $\varepsilon_1$  відносно його центра обертання настає фаза 1. При цьому насінина №1 займе таке положення, що одним кінцем впирається в стінку бункера 2, а другим – в край комірчини в точці А. В такому положенні вона сприймає тиск зі сторони насінин №2 і №4 та стінки бункера. Сили, які виникають в точках їх взаємного дотику позначимо символами  $P_2$ ,  $P_4$  і  $P_Б$ . Це положення будемо вважати початком входження насінини в комірчину 4.

Фаза 11 настає при подальшому повороті висівного елемента на кут  $\varepsilon_2$ , (рис.4.5б). В цьому випадку насінина №1 під дією сил  $P_2$ ,  $P_4$  і  $P_Б$ , які спрямовані в середину комірчини, притискується одним кінцем до стінки бункера, а другим до криволінійної поверхні комірчини і ковзаючи по ній, починає повертатись проти годинникової стрілки і входить в її середину переміщуючись при цьому з точки А в точку  $A_1$ .

Перехід до наступної фази 111 відбувається при повороті висівного елемента на кут  $\varepsilon_3$ , (рис.4в). При цьому більша частина комірчини виходить з зони перекриття бункера 2 і верхня частина насінини №1, ковзаючи по основі комірчини під дією сили тиску  $P_2$  периферійного шару, що передається через насінину №2 в точці їх дотику, переміститься в точку  $A_2$ . При цьому насінина №1 защемляється між основою комірчини і насіниною №4. Оскільки ж між основою комірчини і насіниною №2 утворився деякий проміжок, то внаслідок вертикального тиску, що передається через насінину №4 до насінини №2 в точці їх дотику вона під дією сили  $P'_4$  та сили  $P_3$  починає обертатись навколо точки А і переміщатись до основи комірчини. На цьому фаза 111 завершується.

Фаза 1У, (рис.4г), протікає під час повороту висівного елемента на кут  $\varepsilon_4$ . За цей час комірчина майже повністю виходить з-під бункера і насінина №2 під дією вертикального тиску притискується до поверхні комірчини, а під дією сили  $P_3$  зі сторони насінини №3 вона заштовхується в середину комірчини. Одночасно насінина №2 тисне на насінину №1 і вона ковзаючи по основі комірчини переміщається доти, поки не переміститься в точку  $A_3$  і не защемиться між стінкою бункера та насіниною №2. При цьому насінина №1 своїм кінцем тисне на насінину №4 і заштовхує її між насінинами №3 і №5.

З цього моменту починається фаза У, яка далі проходить при повороті висівного елемента на кут  $\varepsilon_5$ , рис.4д, за якого насінина №1 після виходу комірчини з-під бункера повністю звільняється від защемлення.



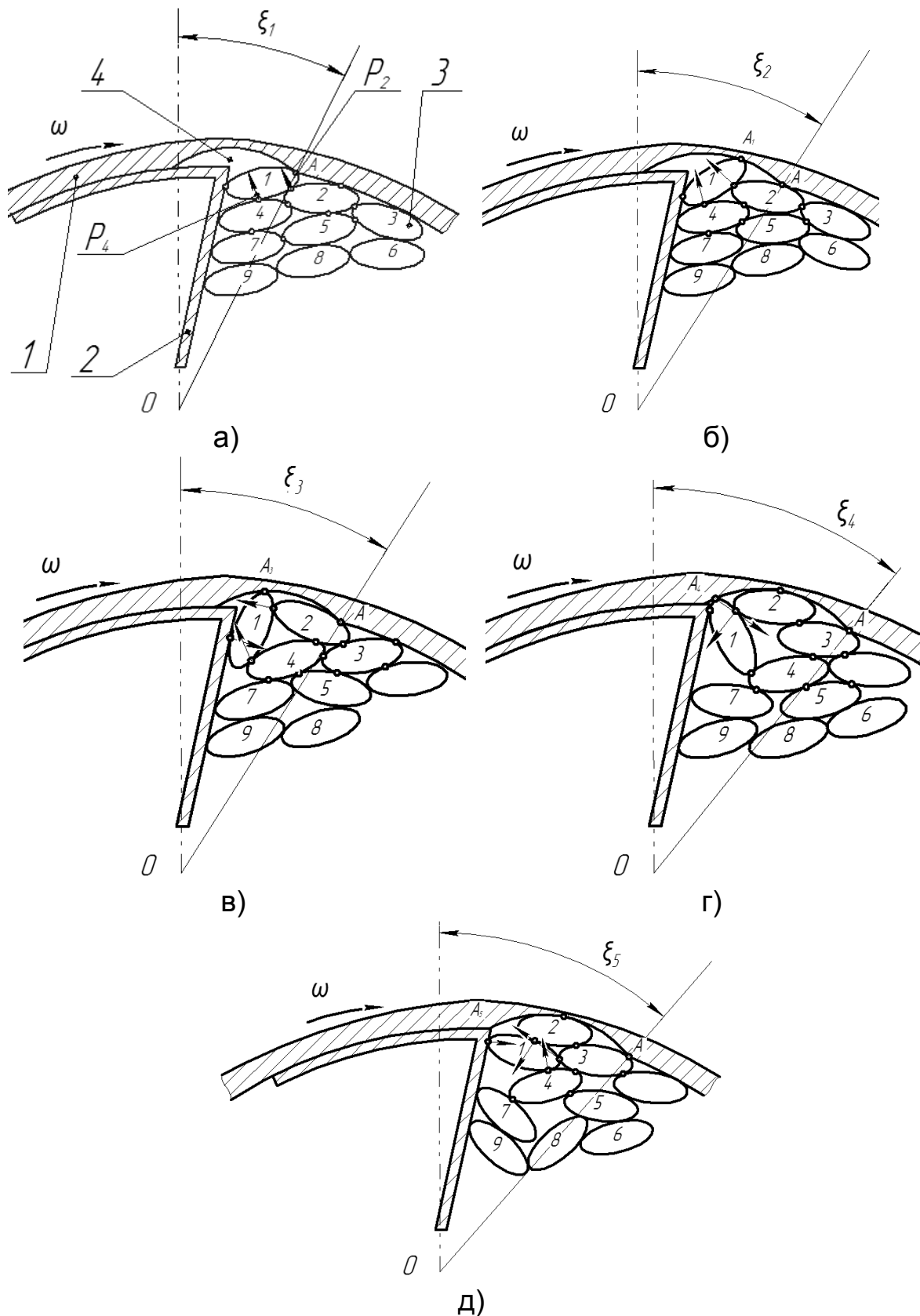


Рис. 4. Схема процесу входження насінини з її обертанням в комірчині висівного елемента розміщеній на його внутрішній поверхні: 1 – висівний елемент; 2 – бункер; 3 – насінини; 4 – комірчина.

При цьому внаслідок кільцевого переміщення периферійного шару і його відходу від стінки бункера, між ними з'являється тимчасовий простір вільний від насіння, і оскільки насінина №4, (рис.4а), тисне на один кінець насінини №1, а насінина №2 тисне на другий її кінець, то вона, ковзаючи цим кінцем по основі комірчини, остаточно виштовхується за її межі, а її місце займає насінина №2.

*Третій варіант* входження насінини в комірчину з її поворотом назад-вперед є поєднанням перших двох варіантів [11].

Процес такого входження розглянемо на прикладі висівного елемента з вертикальною віссю обертання, у якого комірчини розміщені на його нижній основі, (рис.1в).

Як і в попередніх варіантах процес входження насінини умовно розділимо на п'ять фаз і схематично відобразимо на рис.5, застосувавши при цьому аналогічні позначення. Він відбувається наступним чином.

Фаза 1. При повороті висівного елемента 1 (рис.5а) за годинниковою стрілкою крайня права точка А комірчини 2 вийде з зони перекриття бункера і переміститься відносно його стінки 3 на віддаль  $l_1$ .

При цьому крайній правий кінець насінини №1 під дією сил  $P_2$  і  $P_4$  увійде в комірчину і опиниться в точці В.

Оскільки сила  $P_2$  за величиною більша за силу  $P_4$ , то насінина під час входу в комірчину здійснює проти годинникової стрілки поворот відносно точки К і повернеться на кут  $\varphi_1$ .

Це положення насінини будемо вважати початком її входження в комірчину 2.

Фаза 11, (рис.5б), відбувається при подальшому повороті висівного елемента і одночасному переміщенні крайньої правої точки А комірчини 2 відносно стінки бункера 3 на віддаль  $l_2$ .

При цьому верхня частина насінини 1, ковзаючи по основі комірчини під дією сили  $P_2$  тиску периферійного шару, повертається проти годинникової стрілки навколо точки К на кут  $\varphi_2$  і займе положення Б.

При наступному повороті висівного елемента (рис.5в) настає фаза 111 за якої вхід в комірчину збільшується до величини  $l_3$ .

При цьому верхній кінець насінини під дією сили  $P_2$  тиску периферійного шару буде все далі просуватись по основі комірчини проти годинникової стрілки, одночасно повертаючись навколо точки К. Насінина буде повертатись доти, поки не повернеться на кут  $\varphi_3 = \varphi_{max}$  і не займе положення В, яке визначає найбільш відкриту глибину комірчини  $h_{max}$ .

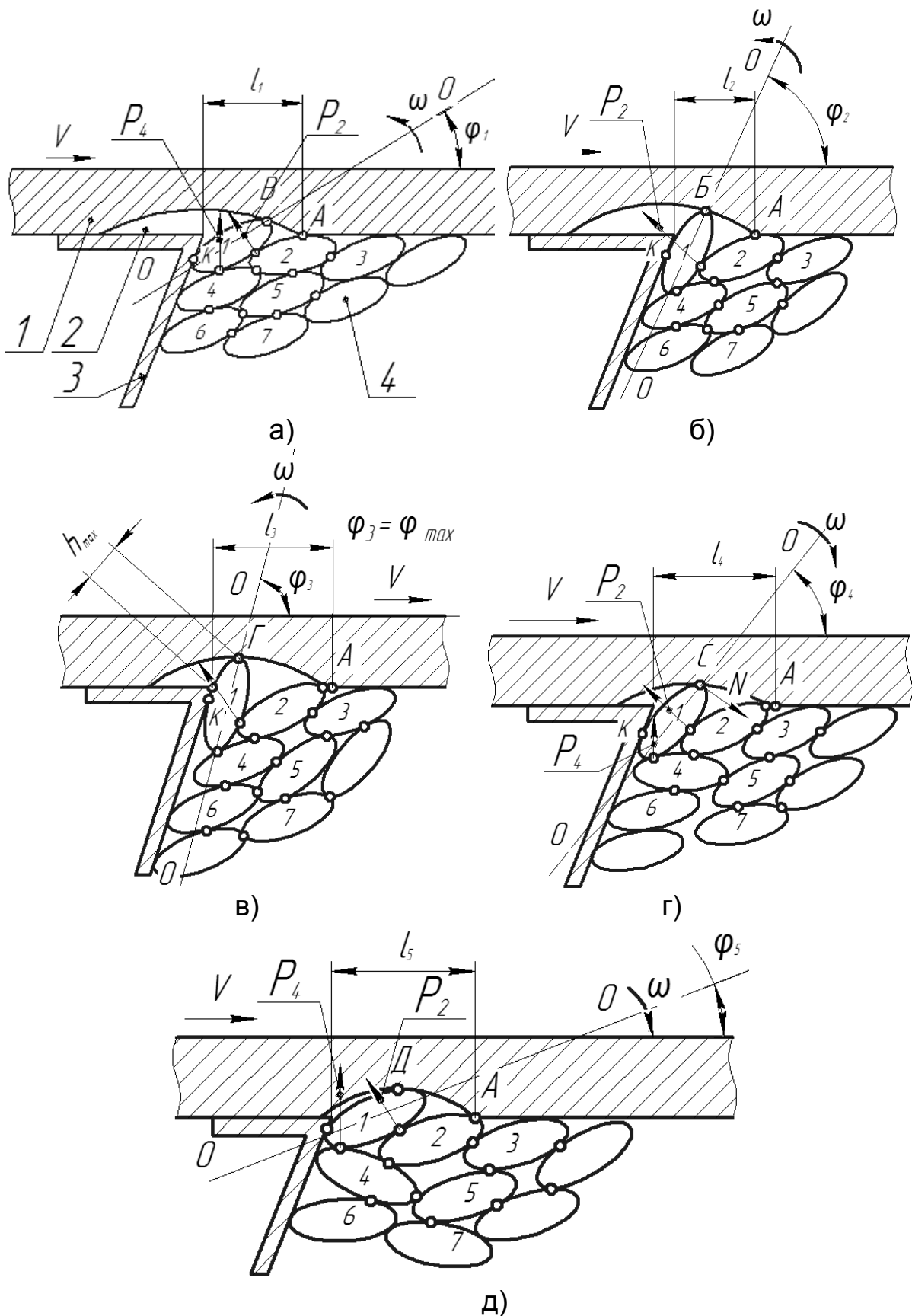


Рис. 5. Схема процесу входження насінини в комірчину висівного елемента з її поворотом назад-вперед: 1 – висівний елемент; 2 – бункер; 3 – насінини; 4 – комірчина.

На цьому фаза 111 завершується і настає фаза 1У при якій насінина №1 повертається у зворотному напрямку. Це відбувається внаслідок того, що оскільки насінина №1 з лівої сторони відносно своєї повздовжньої осі впирається в точці  $K$  (рис. 5г) в бункер 3, а знизу на неї в точці дотику з насіниною №4 діє сила  $P_4$  спричинена тиском сусідніх насінин, то при подальшому повороті висівного елемента глибина  $h$  комірчини відносно краю бункера буде зменшуватись. А тому сила  $N$  нормального тиску основи комірчини на верхній кінець насінини №1 збільшуватиметься і під дією цієї сили насінина почне поступово повертатись у зворотному напрямку, тобто за годинниковою стрілкою і кут  $\varphi_4 < \varphi_3 = \varphi_{max}$ . При подальшому повороті висівного елемента, (рис.5д), настає фаза У за якої вхід в комірчину відкривається майже на всю її довжину і становить  $l_5$ . Оскільки на насінину №1 знизу весь час діє сила  $P_4$  спричинена тиском сусідніх насінин, то вона і далі повертатиметься за годинниковою стрілкою, поки повністю не увійде в комірчину. При цьому кут  $\varphi_5$  буде зменшуватись поки не сягне значення –  $\varphi_{min} = 0^\circ$

Аналіз процесу ймовірного входження насінини в комірчину висівного елемента показує, що його протікання не залежить від типу висівного апарата і орієнтації осі обертання в просторі. Він може бути реалізований шляхом заштовхування насінини в комірчину під дією тиску зернового шару в бункері за одним з трьох варіантів з одночасним: притискуванням насінини до основи комірчини; з обертанням і одночасним виштовхуванням за межі комірчини першої насінини та заштовхуванням на її місце сусідньої; з поворотом насінини назад-вперед. Найбільш раціональним варіантом входження насінини в комірчину висівного елемента є перший варіант, оскільки заштовхування насінини з одночасним її притискуванням до основи комірчини не викликає ані значного підйому, ані різкої зміни місця розташування насінин в периферійному шарі, що створює сприятливі умови для надійної фіксації насінини після її входу в комірчину.

Однак такий варіант можливий тільки за умови ідеального розміщення насінин у периферійному шарі. Якщо ж припустити, що ймовірність реалізації будь-якого з трьох можливих варіантів входження насінини в комірчину є рівнозначним і не може перевищувати 33,3%, то можна вважати, що повнота заповнення комірчин не залежить від першочерговості реалізації того чи іншого варіанту входження насінини, а від її надійної фіксації в комірчині після входу.

## Висновки

1. Процес входження насінини в комірчину висівного елемента, що обертається в суцільному зерновому шарі, не залежить ані від

типу висівного апарата, ані від орієнтації його осі обертання в просторі.

2. Процес входження в комірчину насінини може бути реалізований шляхом її заштовхування під дією тиску зернового шару в бункері за одним з трьох варіантів з одночасним: притискуванням насінини до основи комірчини; з обертанням і одночасним виштовхуванням за межі комірчини першої насінини та заштовхуванням на її місце сусідньої; з поворотом насінини назад-вперед.

3. Повнота заповнення комірчин не залежить від першочерговості реалізації того чи іншого варіанту входження насінини, а від її надійної фіксації в комірчині після входу.

### Список літератури

1. Гудзь В.П. Агробиологическое обоснование точного посева интенсивных сортов озимой пшеницы. - В кн.: Точный посев зерновых и пропашных культур. - М.: ВИСХОМ, 1984.-С. 11 - 15.
2. Погорілий Л.В. Шведик М.С. Обґрунтування агротехнічних вимог щодо точного висіву зерна колосових культур і технічних засобів для його здійснення. Журнал. Вісник с.-г. науки. Київ: – 1992. – №7. – с. 40-44.
3. Погорелый Л.В., Шведик Н.С. Обоснование параметров пневматического высевающего аппарата для точного посева зерновых культур. Журнал. Техника в сельском хозяйстве. – Москва, Колос: 1993 – № 5 – 6. – с. 16-18.
4. Машины для точного посева пропашных культур: конструирование и расчет/ В.С.Басин, В.В.Брей, Л.В.Погорелый и др.; Под ред. Л.В. Погорілого. – К.: Техніка. – 1987, - 151с.
5. Хоменко М.С., Зырянов В.А., Насонов В.А. Механизация посева зерновых культур и трав. Справочник. – К.: Урожай, 1989. -168с.
6. Бузенков Г.М., Ма С.А. машины для посева сельскохозяйственных культур. М., "Машиностроение", 1976, - 272с.
7. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты.- Кишинев,- Штинца.-1984. - 392 с.
8. Кардашевский С.В. Высевающие устройства посевных машин. - М.: Машиностроение, 1973. - 176 с.
9. Шведик М.С. Аналіз і синтез пневмомеханічних апаратів централізованого висіву насіння. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип.20- Луцьк, 2007, с.546-552.
10. Зенков Р.Л., Ивашкова И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. -М.: Машиностроение, 1987. - 432 с.
11. Шведик М.С., Решетило О.М. Аналіз процесу входження насінини в комірчину конічного висівного елемента. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип.19- Луцьк, 2007, с.383-389.

*В статтє наведен анализ процесса вхождения семени в ячейку высевающего элемента, который реализуется путем его заталкивания под действием давления зернового слоя в бункере одним из трех вариантов с одновременным: прижатием семени к*

*основе ячейки; с вращением и одновременным выталкиванием за пределы ячейки первого семени и заталкиванием на его место соседнее; с поворотом семени назад-вперед.*

**Высевной элемент, каморка, бункер, семя, слой, давление, сила, момент, заталкивания, поворот.**

*In paper an analysis over of process of including of pip is brought in the closet of sowing element which will be realized by her pushing under the action of pressure of grain-growing layer in a bunker after one of three variants with simultaneous : pinning of pip against basis of closet; with a rotation and simultaneous extrusion outside the closet of the first pip and pushing into her place of nearby; with the turn of pip back forward.*

**Seed element chamber, hopper, seed layer, pressure, force, torque, zashtovhuvannya, turn.**

УДК 631.372:62-843

## **РІВНЯННЯ ДИНАМІКИ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ**

**Г.А. Голуб, доктор технічних наук  
В.В. Чуба, здобувач**

*Отримано рівняння динаміки руху машино-тракторного агрегату при роботі на дизельному біопаливі на виконанні технологічних операцій.*

**Динаміка, машино-тракторний агрегат, дизельне біопаливо.**

**Постановка проблеми.** Оцінка можливостей реалізації потужності енергозасобу в складі машино-тракторного агрегату (МТА) в тих чи інших експлуатаційних умовах при застосуванні відповідних сільськогосподарських машин та типу палива залишається головним експлуатаційним питанням.

Енергетичні показники МТА при взаємодії з робочим середовищем змінюються в досить широких межах, що в свою чергу відображається на техніко-економічних показниках, насамперед витраті палива та часі виконання технологічних операцій. Вирішення питання взаємозв'язку між параметрами МТА при виконанні технологічних операцій дозволить оптимізувати його роботу на різних видах палива.

© Г.А.Голуб, В.В. Чуба, 2013