

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ
ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ САМОСКИДНОГО БУНКЕРА КОМБАЙНА

В.С. Ловейкін, доктор технічних наук, професор, Л.С. Шимко, асистент

Експериментально встановлена залежність характеристик потоку і обсягів вивантаження зернового матеріалу, швидкості (її складових) від механіко-технологічних властивостей зернових матеріалів рослинного походження.

Ключові слова: експеримент, сипуче середовище, вивантажувальний пристрій, сільськогосподарські культури, моделювання, самоскидний бункер.

Підвищення ефективності роботи вивантажувальних пристроїв збиральних машин і комбайнів є важливою частиною загальної проблеми — удосконалення виробничого процесу збирання сільськогосподарських культур.

Основоположниками механіки суцільного середовища досліджені закономірності та сформовані закони механіки сипких матеріалів. Поглибленням їх наукового спадку стали роботи Л.В. Гячева, В.А. Богомягких, Р.А. Бегнолда, Д.Т. Дженкінса, С.Б. Севиджа, В.М. Долгуніна, В.Я. Борщова та ін. [2-5]. Їх вклад у формування наукових засад теорії розрахунку спонукав до появи різноманітних конструкцій вивантажувальних механізмів, які частково вирішувалися в працях В.І. Літвінова, В.П. Макарова, В.І. Недовесова [1,6,7]. Проте, зважаючи на досі існуючу недосконалість процесу, поряд із широким розповсюдженням та використанням різноманітних вивантажувальних систем збиральних комбайнів та значної кількості варіантів їх конструкцій, наукова проблема обґрунтування параметрів і режимів вивантажувальних пристроїв вимагає подальшого розвитку.

Дослідження експериментальних закономірностей руху сипких середовищ під дією зсуву було б особливо корисним при проектуванні та конструюванні вивантажувальних пристроїв і механізмів, що призначені для переміщення сипких тіл, при виконанні технологічних процесів виробництва сільськогосподарської продукції.

Метою дослідження було узагальнення та систематизація властивостей сільськогосподарських сипких (зернових) матеріалів, характеристики швидких гравітаційних течій. Отримані характеристики зазначеного процесу, а саме, поведінка досліджуваної гравітаційної течії в різних умовах вивантаження, дає уявлення та підстави щодо обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів самоскидних бункерів, які відчутно впливають на кількісні й якісні показники процесу вивантаження.

Матеріал і методика дослідження. Експериментальні дослідження склалися із первинного експерименту — встановлення фізико-механічних властивостей робочого зернового матеріалу основних сільськогосподарських культур; моделювання — побудова, перевірка та оптимізація фізичної моделі самоскидного бункера і основного експерименту — дослідження витoku зернистих матеріалів із самоскидного бункера збирального комбайна. Встановлення фізико-механічних властивостей зернового матеріалу основних сільськогосподарських культур проводили за допомогою приладу УВТ-3 для визначення кута природного ухилу; мікропроцесорного електронного вологоміру Wile 55; приладу для визначення статичного коефіцієнта тертя; електронних ваг AD 3000; та іншого допоміжного приладдя. Систематизовані дослідні дані обробляли і перевіряли за стандартною методикою статистичної перевірки випадковості та незалежності результатів досліджень за допомогою пакета аналізу Microsoft Excel 2010.

Результати дослідження. Встановлено, що неперервний, керований гравітаційний виток зернових продуктів рослинного походження із різними механіко-технологічними властивостями з самоскидного накопичувального бункера є процесом швидкого руху часточок зернистого матеріалу похилою поверхнею зсуву.

Наведені нижче результати експериментального визначення залежності маси вивантаженого дослідного зернового матеріалу від розрахованого часу випорожнення самоскидного бункера із фізичної його моделі, виготовленої попередньо, пропорційно до основних конструктивних розмірів серійного

зернового бункера комбайна КЗС-9 у масштабі 1:10 дозволили оцінити адекватність розроблених аналітичних моделей процесу вивантаження сипкого зернового матеріалу. Графічний порівняльний аналіз даних експериментального дослідження неперервного гравітаційного витoku різних за своїми механіко-технологічними властивостями зернових матеріалів рослинного походження дозволяє зробити висновки щодо поведінки сипкого матеріалу в функції часу виконання робочого процесу випорожнення бункера-накопичувача на (рис.1).

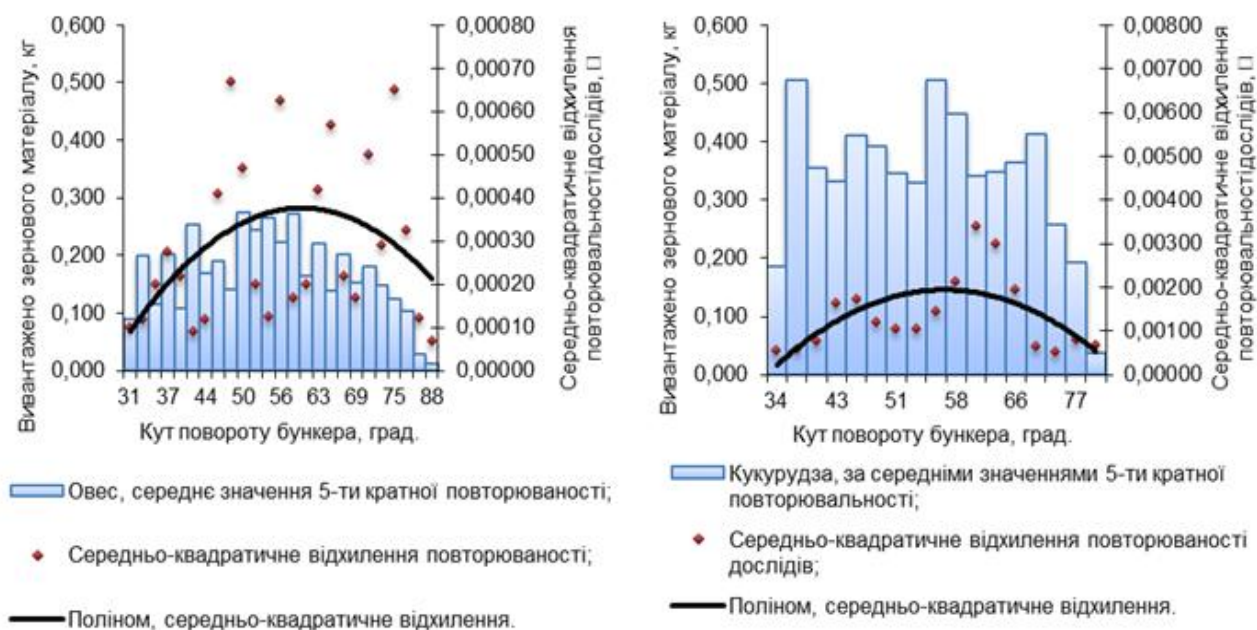


Рис.1. Експериментальні дослідження неперервного гравітаційного витoku для зернового матеріалу - овес і кукурудза.

Ці дані використані у задачах оптимізації параметрів та удосконалення робочих циклів накопичення зібраного матеріалу та його розвантаження у технологічні транспортні засоби.

Аналізуючи представлені діаграми можна зробити висновки, що із збільшенням значень кута повороту самоскидного бункера кількість вивантаженого зернового матеріалу починає коливатися. При цьому загальна закономірність процесу полягає в тому, що найбільші коливання бувають із початку до середини процесу вивантаження, коли гравітаційний рух часточок зернового матеріалу відбувається шарами. На цьому етапі процесу

вивантаження, переважають випадки коли дотичні напруження в деформованому сипкому тілі співвідносяться із внутрішнім тертям зернового матеріалу. Дотичні напруження мають бути більшими на початку процесу вивантаження, ніж у кінці, коли вивантажуваний зерновий матеріал практично зсувається гравітаційним потоком поверхнею ковзання, де сили тертя матеріалу з поверхнею ковзання відчутно менші, порівняно з силами внутрішнього тертя.

Встановлено, що неперервний, керований гравітаційний виток зернових продуктів рослинного походження із різними механіко-технологічними властивостями з самоскидного накопичувального бункера є процесом швидкого руху часточок зернистого матеріалу похилою поверхнею зсуву. Одержані характеристики цього процесу та поведінка досліджуваної гравітаційної течії в різних умовах вивантаження дає уявлення та підстави щодо обґрунтування технологічних і конструктивних параметрів самоскидних бункерів, які відчутно впливають на кількісні й якісні показники процесу вивантаження.

Наприклад, для зернового матеріалу озимої пшениці, коливання гравітаційного потоку в процесі вивантаження помітно зменшуються (подібне відбувається з іншими зерновими матеріалами) в режимі обертання самоскидного бункера – 43 с. порівняно з режимами – 32 і 21 с (рис. 2). Характерним для досліджуваних зернових матеріалів є те, що на початку та в кінці процесу вивантаження зазначені коливання є незначними. Яскраво виражені та мають більшу амплітуду порівнянно з закінченими періодами процесу коливання при основному вивантаженні зернового матеріалу.

Можна зробити висновки про те, що явище осциляції гравітаційного витоку зернових матеріалів спостерігається в усіх повторностях проведених експериментальних досліджень незалежно від механіко-технологічних властивостей матеріалу та режимів обертання самоскидного бункера. Разом із тим, встановлено, що інтенсивність та величина осциляційних коливань прямо пропорційна коефіцієнту внутрішнього тертя зернового матеріалу та швидкості гравітаційного витоку і обернено пропорційна часу, що витрачається на поворот самоскидного бункера.

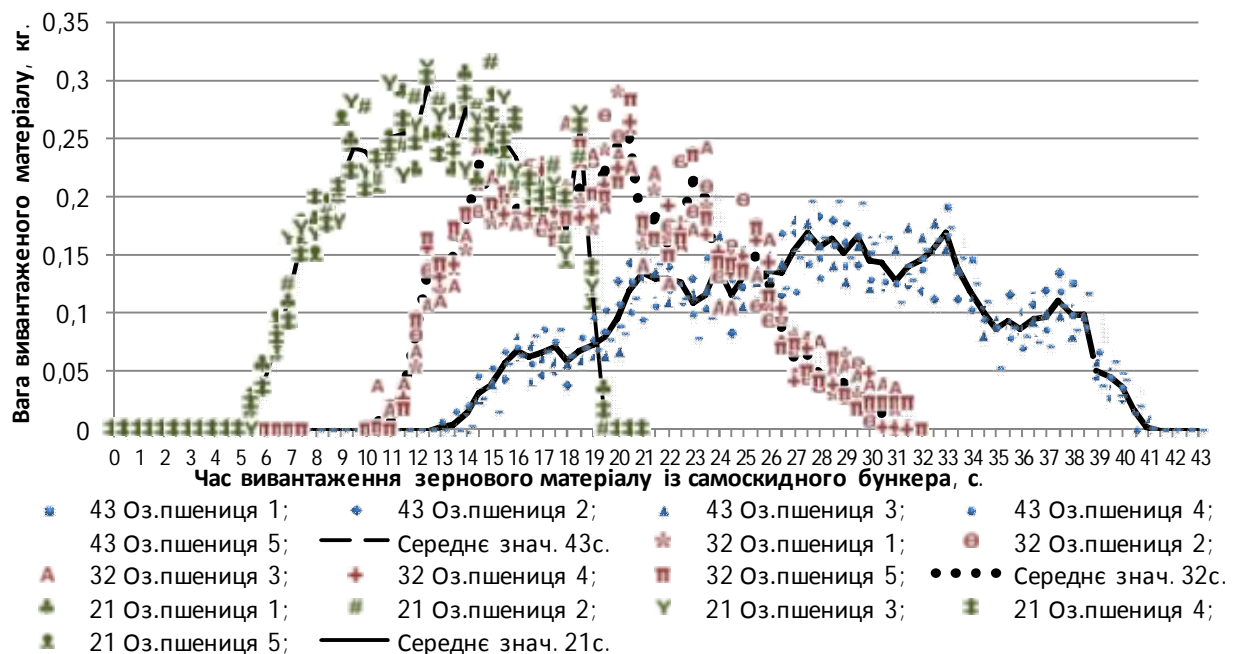


Рис. 2. Графічне відображення результатів експериментальних досліджень керованого гравітаційного витоку зерна озимої пшениці з фізичної моделі самоскидного бункера

Отримані ряд рівнянь регресії залежності обсягів вивантаження зернового матеріалу рослинного походження від кута повороту самоскидного бункера для основних сільськогосподарських культур, так при випорожненні озимої пшениці із самоскидного бункера за, 21с, рівняння має вигляд: $m = -0,0131\alpha^2 + 1,64\alpha - 0,0091$; за 32с.: $m = -0,0098\alpha^2 + 0,98\alpha - 0,0052$; за 43с.: $m = -0,0065\alpha^2 + 0,65\alpha - 0,0043$. Де m – маса зернового матеріалу, кг; α – кут нахилу самоскидного бункера до горизонту, рад.

Виявлено наявність у вказаному русі специфічних залежностей кінематичних параметрів руху зернини від часу вивантаження. Встановлена залежність характеристик потоку, обсягів вивантаження зернового матеріалу, швидкості (її складових) від механіко-технологічних властивостей зернових матеріалів рослинного походження.

Висновки

Режим обертання самоскидного бункера за час вивантаження — 21 с є найпродуктивнішим, але в той же час, режим обертання самоскидного бункера за час вивантаження — 43 с – найдоцільнішим. Тому, що з одного боку, «Наукові доповіді НУБіП» 2011-6 (28) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_6/111vs.pdf

дозволяє відчутно зменшити осциляційні коливання гравітаційного витоку та підвищити стабільність процесу вивантаження, з іншого, досягати значної продуктивності процесу вивантаження — 300 л/с. Підвищення швидкості вивантаження зернового матеріалу та зменшення часу обертання самоскидного бункера призведе до нераціонального збільшення висоти бортів транспортуючого лотка самоскидного бункера, що негативним чином позначиться на надійності конструкції зазначених механізмів.

Список літератури

1. А. с. 1166713 СССР МКИ⁴ А 01 D 41 /00, А 01 F 12 /60. Зерноуборочный комбайн / В.П. Макаров, (СССР). - №3632696/30-15; заявл.12.08.83; опубл. 15.07.85, Бюл. №26.
2. Гячев Л.В. Основы теории бункеров / Л.В.Гячев. — Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 1992. — 312с.
3. Долгунин В.Н. Быстрые гравитационные течения зернистых материалов: техника измерения, закономерности, технологическое применение./ В.Н. Долгунин, В.Я. Борщев. – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. – 112с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / [Царенко О.М., Войтюк Д.Г., Швайко В.М. та ін.]; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
5. Механика влажных сводообразующих зерновых материалов в бункерах. / [Богомягких В.А., Кунаков В.С., Вороной Н.С. и др.]; под общей ред. В.А Богомягких – зерноград.: РФРИАМА, 2000. – 100с.
6. Литвинов А.И. Исследование процесса работы вибробункера для зерноуборочного комбайна: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01. «Механизация сельскохозяйственного производства» / Литвинов А.И. – Волгоград, 1962. – 24с.
7. Ловейкін В.С. Аналіз робочих процесів вивантажувальних пристроїв / Ловейкін В.С., Човнюк Ю.В., Шимко Л.С. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2010 – 168 с.:іл.

Ловейкин В.С., Шимко Л.С. Экспериментальные исследования процесса выгрузки зерновых материалов с самосвального бункера

Экспериментально установлена зависимость характеристик потока и объемов выгрузки зернового материала, скорости (ее составляющих) от механико-технологических свойств зерновых материалов растительного происхождения.

Ключевые слова: эксперимент, сыпучая среда, выгрузное устройство, сельскохозяйственные культуры, моделирование, самосвальный бункер.

Loveykin V.S., Shymko L.S. Experimental studies of the process of grain unloading of materials from dump hopper.

Experimentally, the dependence of the flow characteristics and volume of unloading grain material, the velocity (its components) on the mechano-technological properties of grain materials of vegetable origin.

Key words: experiment, the granular material, Unloading device, crops, simulation, and dump hopper.