

# Механізація, електрифікація

УДК 631.354:633.1  
© 2014

*Д.А. Дерев'янку,  
кандидат сільсько-  
господарських наук*

*Житомирський національний  
агроєкологічний університет*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СХЕМИ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ ПІСЛЯ ОБМОЛОЧУВАННЯ**

*Розглянуто використання вискооефективних та високопродуктивних зерноочисних машин з різними аспіраційними системами. Досліджено вплив розміщення очисних решіт на продуктивність машин та якість насіннєвого матеріалу. Вивчено вплив руху зернового вороху та його розподілення на травмування насіння і продуктивність машин. Наголошено на необхідності забезпечення простоти, зручності та доступної ціни зерноочисних машин для масового агровиробника.*

*Ключові слова: ефективність, аспірація, фракції, травмування, якість.*

**Постановка проблеми.** Аналіз, виконання теоретичних розрахунків, обґрунтувань, лабораторних, експериментальних та виробничих досліджень засвідчує, що для обробки зернового вороху після збирання і наступної підготовки високоякісного насіння пшениці озимої, жита та інших зернових культур потрібні зерноочисні машини, які мають високу ефективність і продуктивність, з розімкнутими аспіраційними системами. Вони повинні забезпечувати розподілення зернового вороху на фракції відповідно до вимог стандартів та агротехнічних вимог до продовольчого, товарного, фуражного і, особливо, насіннєвого зерна, адже саме від останнього залежить урожайність в майбутньому.

Такі машини повинні бути простими й зручними у виготовленні та обслуговуванні за виробничих процесів, ремонту, регулювань, переміщень, технічних обслуговувань, а також, що надзвичайно важливо у реаліях сьогодення та умов нестабільності, мати низьку, доступну ціну для масового агровиробництва.

Відомо, що якісні показники роботи зерноочисних машин значною мірою залежать від фізико-механічного складу та біологічних особ-

ливостей зернового вороху, що потрапляє на обробку після обмолочування, а також від конструкційних і режимних параметрів аспіраційних систем, решітного стану, пристосувань для очищення решіт та від рівня підготовки і кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Упродовж попереднього століття, а особливо другої його половини, науковці-дослідники, селекціонери та виробники довели і переконливо обґрунтували, що тільки високоякісне насіння за всіх інших однакових можливостей може забезпечити формування більше половини майбутнього врожаю.

За останні десятиліття внаслідок високоінтенсивного розвитку землеробства на основі масової хімізації та розширення посівів зернових з порушенням сівозмін підготовка насіння була значно послаблена.

Під час обробки зернового вороху після обмолочування дуже важливо на ранніх стадіях відокремити велику масу різних, особливо дрібних, засмічувачів, зокрема подрібнене, біологічно неповноцінне, недозріле, плюскле, забруднене сирим насінням бур'янів зерно основної культури, що є головним джерелом сприятливого середовища для інтенсивного розвитку

великої кількості мікроорганізмів, які різко знижують якість насіння.

Велика маса шкідників, що містяться у зерновому воросі після обмолочування, за оптимальних умов температурного й вологісного режимів дуже інтенсивно розмножуються й розвиваються. Внаслідок цього відбувається процес самоігрівання й проникнення мікроорганізмів через травмовані місця до зародка, ендосперму, оболонки, що спричиняє у таких зернівок псування і непридатність не лише для сіви, а й для товарних, продовольчих і навіть фуражних цілей.

**Аналіз останніх досліджень.** Пошкодження і травмування зернівок є наслідком дії механічних навантажень таких робочих механізмів, як жниварки, молотильний барабан, решітний стан, шнеки, транспортери, механізми для післязбиральної обробки зернового вороху й підготовки насіння, завантажувальні й транспортувальні засоби, а також механізми протруювання та сіви.

Щодо високоефективної та високопродуктивної підготовки якісного насіння, дослідження показують, що перспективним є застосування фракційної технології післязбиральної обробки зернового вороху, яка забезпечує на початковій стадії виокремлення із цього вороху дрібних та сирих засмічувачів, а також біологічно неповноцінних і недозрілих зернівок.

Дослідження І.Г. Строни, О.П. Тарасенка та ін. свідчать, що під час збирання зернових культур травмування зернівки сягає понад 20%, а після обробки зернового вороху та за виконання наступних технологічних операцій з підготовки насіння й аж до сіви їх кількість збільшується ще у 2–3 рази.

За даними В.М. Дрінча, травмування зернівки комбайнами становить понад 35%, за обробки зернового вороху після збирання та підготовки насіння — 50%, а послідовними агрегатами — в межах 6%. За вологості 14–16% гранична величина удару, при якому проявляються зовнішні ознаки травмування, перебуває в межах 0,11–0,16 Дж, що впливає на зниження польової схожості на 23%.

Науково-дослідним інститутом зернового господарства виявлено, що навіть після одnorазового проходження зернової маси через трієри та насіннепроводи схожість насіння знижується на 2–3%, а сила початкового росту — на 6–12%.

Упродовж останніх років велику роботу з розроблення та впровадження у виробництво прин-

ципово нових очисно-калібрувальних технологічних ліній було проведено Л.В. Фадеєвим.

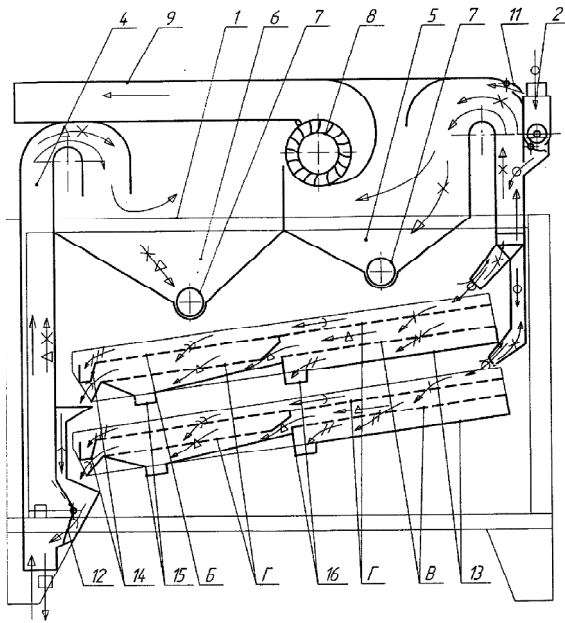
У закладення фундаменту наукових основ теорії взаємовпливу робочих поверхонь механізмів та різних матеріалів, зокрема зернових, а також сучасного їх розвитку значний внесок зробили такі вчені, як П.М. Василенко, Л.В. Погорілий, В.П. Гарячкін, О.П. Тарасенко, В.М. Дрінча, В.В. Адамчук, Л.М. Тіщенко, П.М. Заїка, Б.І. Котов та ін.

**Мета досліджень** — виявити вплив травмування зернівок під час збирання врожаю, післязбиральної обробки зернового вороху і підготовки насіння на якісні його показники, дослідити ефективність післязбиральної підготовки високоякісного насіння пшениці озимої та жита на різних стадіях технологічних процесів, у різних ґрунтово-кліматичних умовах та способи зниження травмування насіння й пошкодження його мікроорганізмами як одного з головних резервів підвищення урожайності зернових культур.

**Матеріали і методи досліджень.** У теоретичних дослідженнях було використано методи математичного моделювання процесів роботи машин і технологічних операцій з використанням законів механіки. Здійснено експериментальні дослідження у виробничо-лабораторних умовах з використанням технічних засобів за наявними стандартними методиками.

**Результати досліджень.** У багатьох господарствах для підготовки насіння зернових культур використовуються зерноочисні машини ЗАВ-20, ОВП-20, БЦСМ-25, СВС-25, ОВС-25, МС-4,5, ОЗС-50, СВУ-60, «Petkus» та ін., де застосовуються двоярусні чотирирешітні стани ОЗС-50, СВУ-60 й одноярусні і розміщуються підсівні, розподільні та колосові решета, які відповідно отримують певні навантаження під час проходження технологічного процесу.

Пристосування для розподілення зернового вороху на фракції з розміщенням решіт у 2 яруси, що містять нахилені в бік руху маси сепарувальні поверхні, які в кожному ярусі утворені прилеглими одне до другого решетами зі скочувальними поверхнями, що встановлені під решетами для спрямування виділених фракцій у відповідні жолобки, а також пристосування для очищення решіт. Сепарувальні можливості кожного виду решіт, особливо з урахуванням розподілення на фракції, реалізують по-різному, що впливає на якість очищення і продуктивність решітного стану, а поліпшення цих параметрів можна досягнути завдяки новому



**Технологічна схема зерноочисної машини з продуктивністю до 10 т:** 1 — рама; 2 — пристосування для подавання маси; 3 — канал першої аспірації; 4 — канал другої аспірації; 5, 6 — камери осідання; 7 — шнеки; 8 — діаметральний вентилятор; 9 — рама; 10 — розподільник; 11 — регульовальне вікно; 12 — клапани; 13 — решітні стани; 14 — жолобок для виведення колосового вороху; 15 — жолобок для виведення фуражного вороху; 16 — жолобок для виведення дрібних домішок;  $\triangle$  — повітря;  $\rightarrow$  — зерно;  $\# \rightarrow$  — дрібні домішки;  $\ast \rightarrow$  — фуражна фракція;  $\rightarrow$  — зерно після очищення;  $\rightarrow$  — легкі домішки;  $\leftarrow$  — фуражна фракція;  $\triangle \times \rightarrow$  — рух по сортувальному решету;  $\# \rightarrow$  — рух через колосове решето;  $\leftarrow$  — великі домішки;  $\rightarrow$  — рух через сортувальне решето.

рішенню конструкцій решітного стану на основі наявного агрегату. Для цього у верхньому ярусі послідовно встановлюють розподільні решета, щоб відокремити фуражну фракцію під час очищення, та колосове решето, щоб відокремити великі домішки із залишкової частини вороху під час роботи. У нижньому ярусі встановлюють підсівне решето для відокремлення фуражної фракції дрібних домішок у поєднанні з розвантажувальним каналом для виведення фуражної фракції після сходження з підсівних решіт. Це було виконано в поєднанні з розподільним решетом нижнього ярусу. Для зниження втрат над колосовим решетом було встановлено фартух завдовжки 250 мм, виконаний з дерматину або іншого еластичного матеріа-

лу. Його передня частина нерухомо прикріплена за допомогою армувального елемента до боків решітного стану на відстані 260 мм від заднього кінця решета і піднята над ним на 50 мм, а вся інша частина розміщена безпосередньо на решеті і не допускає руху зернової маси під час переміщення з решета підкиданням його завдяки ударянню об перегородки решета або ковзанню по них.

Схему запропонованого решітного стану зерноочисних машин наведено на рис. 1.

Узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень зміни в комплексі властивостей зернівок за фракціями дає можливість розробляти нові схеми високопродуктивних зерноочисних машин для отримання високоякісного насіння.

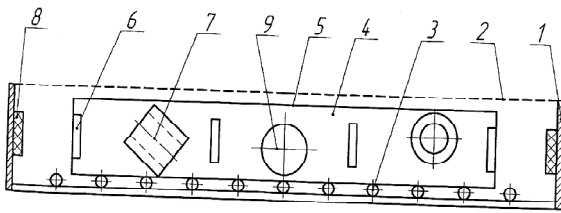
Такі машини передбачають вдосконалену двоаспіраційну систему з можливістю незалежного регулювання швидкості руху повітря в каналах, нову конструкцію решітного стану з двоярусним розміщенням решіт і встановленням у кожному ярусі послідовно двох або трьох решіт залежно від продуктивності агрегату. На решітних станах можна застосовувати схеми розміщення решіт, які відрізняються від інших машин.

Технологія очищення відбувається так, що під час роботи машини зерновий ворох по зернопроводу надходить у приймальне відділення 2, потім шнеком розподіляється по ширині пневмосистеми й спрямовується в розподільник 10 і далі — в подвійний пневмосепарувальний канал першої аспірації 3, де під дією повітря відокремлюються легкі домішки, а решта зернового вороху розподільником спрямовується у верхній і нижній решітні стани (рис. 1).

Швидкість руху повітря у пневмосепарувальному каналі повинна перебувати в оптимальних межах, щоб не видувалися зернівки. Під дією руху повітря засмічувачі і домішки відокремлюються й осідають у камері 5, за допомогою шнека вони виносяться з машини, а пил, відповідно, видувається під дією вітру.

На першому і другому сортувальних решетах Г верхнього ярусу кожного решітного стану під час проходження зернової маси відбувається виділення її частини та дрібних засмічувачів, а більші частинки потрапляють на колосове решето Б, де зернівки просіваються, а вся крупніша маса проходить через жолобок 14 і видаляється з машини.

Певна частина вороху, що просіялася через сортувальне решето Г, потрапляє на підсівні



**Рис. 2. Схема очищення плоских решіт:** 1 – решітний стан; 2 – решето; 3 – відбивальна поверхня; 4 – рамка; 5, 6 – поперечні та поздовжні планки; 7 – пустотілий гумовий циліндр; 8 – сторонній елемент; 9 – гумова кулька

решета В, внаслідок проходження по них відокремлюються дрібні добавки, які по скочувальній поверхні і жолобку видаляються з машини. Отже, відокремлені легковагові, великі і дрібні добавки становлять фракцію відходів, які, безперечно, створюють сприятливе середовище для перебування та розвитку різних мікроорганізмів. Ця фракція накопичується в окремій секції бункера зерноочисної машини і в міру її наповнення вивантажується у транспортний засіб та вивозиться у спеціальне місце за межі санітарної зони.

Подрібнені, дрібні та плюсклі зернівки, просуваючись з підвісного решета В через розвантажувальний канал, потрапляють на піддон. Зернова маса, що просіялася через колосове решето Б, потрапляє на розміщене під ним третє сортувальне решето Г, де відокремлюється дрібне, плюскле, неповноцінне зерно. Воно потрапляє на піддон, де з'єднується із зерном з підвісних решіт В, утворивши фуражну фракцію, яка через жолобок 15 видаляється з машини.

Зернова маса, що проходить через сортувальне решето Г нижнього ярусу кожного решітного стану, потрапляє у другий пневмосепарувальний канал 4, де з неї під дією повітря відокремлюються плюсклі, біологічно неповноцінні та недозрілі зернівки, які осідають в камері 6 і шнеком 7 видаляються з машини. При цьому необхідно стежити, щоб швидкість руху повітря у другому пневмосепарувальному каналі була такою, аби вивувалися тільки біологічно неповноцінні, недозрілі і подрібнені зернівки, що не відповідають вимогам стандартних та насінневих високоякісних кондицій.

Зерно, яке виділилося від руху повітря, з'єднується з відокремленим на підсвінних решетах й утворює фуражну фракцію, що направляється через жолобок у відповідну секцію бункера, а чисте зерно потрапляє в окремий бункер.

Так працює зерноочисна машина в режимі фракціонування під час первинного і вторинного очищення зернової маси.

За первинної обробки зернового вороху у верхньому ярусі кожного решітного стану встановлюють колосові решета зі зростаючими розмірами отворів, а в нижньому ярусі розміщують підсвінні решета однакового розміру або з однаковими розмірами отворів.

Важливо, щоб за використання зерноочисних машин забезпечувалося якісне очищення решіт у процесі роботи, тобто очищення та підготовка насіння.

На більшості машин застосовується очищення решіт щітками, але значним їх недоліком є складність виготовлення, що зумовлено застосуванням механізму приводу щіток і потребує регулювання їх розміщення відносно решета у процесі зношування, а також знижує надійність роботи машини.

Останнім часом для очищення решіт від частинок дедалі більшого поширення набуває очищення їх кульками. Головний недолік тут полягає в тому, що на відстані менше половини діаметра кульки від поперечних і продовгуватих планок простору, що під решетом, розміщуються зони, які неможливо очистити, а щоб досягнути повноти очищення решіт, необхідно позбутися таких зон.

Недоліками відомих очисників плоских решіт є наявність приводу, складність конструкцій решітного стану, а також одночасний коливальний рух решітного стану і рамки, що також коливається.

Потрібно спростити конструкцію очисника плоских решіт таким чином, щоб в решітному стані між решетом і поверхнею відбиття встановити рамку, яка складатиметься з поперечних і поздовжніх планок, що виконані з еластичного матеріалу й утворюють квадратні або прямокутні комірки для розміщення гумових кульок чи пустотілих циліндрів також з еластичного матеріалу. Причому висота поздовжніх планок більша від поперечних, а розмір циліндрів по діагоналі або діаметр кульок менший від щілини між решетом і підтримувальною решіткою. Рамка поздовжньої планки спирається на прутики підтримувальної решітки.

Внаслідок коливання решітного стану від впливу сил інерції рамка з еластичними очисниками, пересилюючи сили тертя продовгуватих планок по прутиках решітки, рухається відносно решітного стану й одночасно коливається разом з решітним станом. У процесі руху

еластичні очисники, співударяючись з елементами відбивальної поверхні, підскакують і, співударяючись з поверхнею решета, очищують його від частинок, що в ньому застрягли. Переміщення решітки відносно решітного стану під час коливання дає змогу ліквідувати зони неочищення решета без використання спеціальних пристосувань, що забезпечують приведення решітки в коливальний рух, а також її підвісок, що значно спрощує конструкцію решітного стану.

Схему запропонованого очисника плоских решіт наведено на рис. 2.

Такий очисник плоских решіт встановлюється в решітному стані 1 між решетом 2 та відбивальною поверхнею 3 з квадратними отворами, складається з рамки 4 з продовгуватими 5 і поперечними 6 планками, що утворюють між собою комірки квадратної або прямокутної форми, в яких розміщуються очисні еластичні елементи, гумові кульки 9, пустотілі гумові циліндри тощо, а на крайніх стінках решітного стану 1 закріплюються сторонні елементи 8 з еластичного матеріалу.

Робота запропонованого очисника полягає в тому, що зерновий ворох потрапляє

на решето 2 і при коливаннях решітного стану пересувається по решету, розподіляючись на дві фракції. Та, що відокремлюється, проходить далі, при цьому частина решета забивається зернівками. Очищення таких отворів здійснюється очисними еластичними елементами 7 або 9, які роблять хаотичні рухи між решетами 2 і 3 в комірках рамки 4 завдяки силам, що виникають при колиальному русі решітного стану і вибивають зернівки, що застрягли в отворах. Пересування рамки 4 від одного стороннього елемента 8 до другого при коливаннях решітного стану ліквідує недосяжні для очищення зони решета без застосування підвісок і пристосувань для приведення в рух решітки.

Колівальний режим решітного стану має бути таким, щоб відстань пересування рамки становила не менше половини діаметра очищеного елемента.

За використання в ролі очищеного елемента пустотілого гумового циліндра 7 для запобігання його заклиненню між решетом і підтримувальною решіткою діагональний розмір елемента має бути меншим, ніж щілина у просторі під решетом.

## Висновки

Для забезпечення необхідних технологічних, незалежних одна від одної швидкостей руху повітря у пневмосепарувальних каналах на зерноочисних машинах встановлюється діаметральний вентилятор з регулюванням частоти обертання. У пневмосепарувальних каналах передбачено регулювальні вікна з регулювальним механізмом їх відкриття, що розміщується вище зони сепарування і з'єднаний з атмосферним повітрям.

Застосування експериментального пневмосепарувального каналу другої аспірації, що передбачає двостадійне очищення зернового вороху, з установленням маятникового герметизувального клапана дасть змогу поліпшити якість очищення та підготовки насіння на всіх стадіях.

Принципово нові технічні рішення конструкції решітного стану мають істотно збільшити продуктивність фракційних очисників зерноочисних машин, поліпшити якість очищення, зменшити втрати зерна за проходження колосового решета.

Використання двоярусної схеми розміщення решіт забезпечить збільшення площі розподільних решіт порівняно з базовими в 1,5 раза і вдвічі за однакової площі підсієвних решіт та в стільки ж разів підвищить їхню продуктивність.

Запропонована конструкція очисників плоских решіт значно спрощує конструкцію решітного стану, зменшує металоемність, ліквідує наявність недосяжних для очищення зон без додаткових пристосувань.

## Бібліографія

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин/П.М. Василенко. — К.: УАСХ. 1960. — 284 с.

2. Дринча В.М. Исследования сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки/ В.М. Дринча. — Воронеж, 2006. — 382 с.

3. *Котов Б.І.* Тенденції розвитку конструкції машин та обладнання для очищення і сортування зерноматеріалів/Б.І. Котов, С.П. Степаненко, М.Г. Пастушенко/КВЕСГмашин. — Кіровоград: КДТУ, 2003. — Вип. 33. — С. 53–59.

4. *Котов Б.І.* та ін. Теоретичне обґрунтування руху частинки зерна на вібропневморешеті при дії розпушувачих робочих органів/Б.І. Котов, С.П. Степаненко, Р.А. Калініченко//Наук. вісн. НАУ. — К., 2007. — Вип. 115. — С. 112–117.

5. *Кузнецов В.В.* Степень повреждения семян при послеуборочной обработке на зерноочистительных машинах/В.В. Кузнецов//Селекция и семеноводство. — 1978. — № 6. — С. 70–71.

6. *Присяжнюк М.В., Адамчук В.В.* та ін. Теорія вібраційних машин сільськогосподарського вироб-

ництва/М.В. Присяжнюк, В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, О.М. Черниш, В.В. Яременко. — К.: Аграр. наука, 2013. — 439 с.

7. *Тарасенко А.П.* Снижения травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке/А.П. Тарасенко. — Воронеж, 2003. — 331 с.

8. *Тищенко Л.Н.* Виброрешетная сепарация смесей/Л.Н. Тищенко, В.П. Ольшанский, С.В. Ольшанский. — Х.: Миськдрук, 2011. — 280 с.

9. *Uhe J.B.* Pneumatik separation of grain and straw mixtures/J.B. Uhe, B.J. Lamp//Transaction of the ASAE. — 1966. V. 9. — P. 244–246.

10. *Zoltzman A.* Separating flower bulbs and stones in fluidized bed/A. Zoltzman, Z. Schmilovitch, A. Mizrach. Agricultural Engineerin. — 1985. — V. 237, № 2. — P. 63–67.

*Надійшла 11.03.2014.*

**ВІСТІ З НАУКОВИХ УСТАНОВ****ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ — ПРІОРИТЕТНІ НА НИНІШНЬОМУ ЕТАПІ**

21–23 травня 2014 р. в ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» відбулася міжнародна конференція, в якій взяли участь учені з багатьох наукових закладів України, зокрема НУБіП України, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, Львівського НАУ, Луганського НАУ, Луцького НТУ, Полтавської ДАА, Подільського ДАТУ, Харківського НТУСГ, Миколаївського НАУ, а також колеги з Польщі — професори Євгеніуш Красовські та Генрік Собчук. Наукову конференцію відкрив перший віце-президент НААН, академік НААН І.В. Гриник. З програмною доповіддю виступив директор ННЦ академік НААН В.В. Адамчук, який зосередив увагу присутніх на питаннях прикладної науки, що мають вирішуватися вченими сьогодні. На пленарному засіданні промовці зазначили, що держава має розвивати вітчизняне машинобудування, щоб не перетворитися на придаток зарубіжних компаній і фірм. Має бути дотриманий оптимальний баланс між закупівлею зарубіжної техніки і випуском вітчизняної.

Учасники конференції зацікавилися розробками щодо використання електричної енергії, адже перехід у сільськогосподарському виробництві від використання механічних систем до електричних — це шлях до вищого технічного рівня виробництва.

Ученими Інституту створено перетворювач змінної напруги для освітлення ПН-ТТЕ-40-380-50УЗ, застосування якого в технології вирощування птиці зменшує витрати електроенергії до 40% та в 1,5–2 рази збільшує строк служби джерел випромінювання. Науковцями також створено системи ультрафіолетового опромінювання тварин та птиці СУФО-3, які забезпечують збільшення добового приросту на 12–15%, збереженість тварин на 3–5% та зменшення вмісту аміаку на 30–35%.

Теплоутилізатори вентиляційних випадів, створені з використанням полімерних матеріалів, дають змогу скоротити енерговитрати в зимовий період на 40–70%, підвищити продуктивність тварин і птиці та поліпшити умови праці обслуговуючого персоналу.

Зацікавилися учасники конференції і електротрактором ХТЗ-2511Е із силовим електроприводом. Враховуючи тенденції щодо розвитку акумуляторних батарей, можна стверджувати, що дуже скоро трактори на акумуляторних батареях широко використовуватимуться в сільському господарстві.

Усі учасники під час реєстрації отримали 2-томне видання міжвідомчого тематичного наукового збірника «Механізація та електрифікація сільського господарства».

**В.О. Сірий,  
провідний редактор ННЦ «ІМЕСГ»**