

І.М. Горьвий, І.І. Єніна, доценти, кандидати технічних наук

Кіровоградський національний технічний університет

А.П. Гевел, асп.

Державна податкова адміністрація в Кіровоградській області

Система автоматичного управління загрузки зернозбирального комбайну

В даній статті з метою вибору можливих принципових схем системи автоматичного пристрою регулювання швидкості поступального руху комбайна в залежності від його навантаження зроблений аналіз динамічних процесів функціонування систем регулювання та запропонований автоматичний пристрій регулювання завантаження комбайна.

автоматичне управління, комбайн, пристрій регулювання, швидкість

Виробництво сільськогосподарської продукції являє собою складну, живу, детерміновано-стохастичну динамічну систему з великою кількістю змінних ймовірнісних чинників, які суттєво впливають на кінцевий результат. Виробничі і природні умови, особливо екстремальні значення цих факторів (засухи, перезволоження, добові коливання погодних умов, зміщення строків виконання робіт та ін.), задаються своїми максимальними (мінімальними) значеннями, частотою появи і часом дії. За цих умов, перш за все, необхідно розробити більш досконалу загально формалізовану логіко-математичну модель розв'язання технологічно-технічних задач для сільськогосподарського виробництва.

Збирання зернових характеризується великою кількістю факторів, що впливають на продуктивність зернозбиральних комбайнів, ефективність їх використання, а відповідно і на потребу в них. Експериментальними дослідженнями та виробничою перевіркою встановлено, що ефективність використання зернозбиральних комбайнів значною мірою залежить від характеристики хлібостою врожайність, забур'яненість, полеглисть, вологість зерна і соломи), рівня технічної готовності комбайнів, розмірів та конфігурації полів, організації роботи. Сучасні енергоємні комбайни з високою пропускною здатністю неефективно використовувати на полях з низькою врожайністю, їхня продуктивність різко зменшується також при збиранні на забур'яненних площах.

Головну роль в процесі вдосконалення комбайнової техніки відіграють потреби та вимоги людини:

✓ Водії комбайнів - прагнуть до досягнення комфортності в процесі керування комбайном.

✓ Фермери – прагнуть до зниження собівартості збираемого врожаю (помірних цін на комбайнову техніку, отримання максимального прибутку від вкладених коштів в сільське господарство).

✓ Споживачі – прагнуть до зниження цін на продукцію сільського господарства і т.п.

Для задоволення вимог сучасного суспільства комбайни потребують постійного вдосконалення його складових частин та автоматизації комбайнів (застосовуючи сучасний розвиток інтелектуальних та силових частин автоматизації).

Основною умовою ефективного використання збиральних машин є оптимальне завантаження їхніх робочих органів, тому для досягнення високої продуктивності

машин прагнуть до максимального, у межах конструктивних можливостей, технологічного завантаження робочих органів збиральних машин. Рівень завантаження не залишається постійним при незмінній швидкості руху машини, при цьому зміна завантаження обумовлена варіацією врожайності культури, що збирається, змінами її фізико-механічних властивостей, а також мінливістю умов збирання, що змінюються беззупинно й значно не тільки в перебігу дня, але і навіть у межах одного поля.

Самохідний зернозбиральний комбайн є найбільш складною в технологічному відношенні збиральною машиною, тому ефективність використання зернозбирального комбайна визначається, насамперед, оптимальністю завантаження молотильних і сепаруючих органів комбайна. Крім того, агробіологічний стан посіву відрізняється значною нерівномірністю не тільки на різних полях, але навіть у межах одного поля. Нерівномірність посіву по врожайності, засміченості, вологості є однією з причин недовикористання пропускну здатності комбайна.

Випадкові зміни зовнішніх умов викликають порушення режимів технологічного процесу. Максимальна ефективність роботи агрегату може бути досягнута в тому випадку, коли завантаження відповідає його можливостям, тобто конкретним умовам збирання. Перевищення цих можливостей (внаслідок зміни зовнішніх умов або режиму роботи агрегату) призводить до різкого погіршення якісних показників технологічного процесу, виникненню аварійних ситуацій. Недовикористання можливостей конструкції машини істотно погіршує економічні показники проведення всієї збиральної кампанії.

Іспити показали, що коефіцієнт варіації обертів двигуна при роботі з автоматичним регулятором завантаження більш ніж у два рази менше, ніж при роботі без регулятора. Це дозволяє значно поліпшити якість здрібнювання силосної маси, підвищивши продуктивність агрегату.

В більш детальному підході до питання автоматизації комбайна можна запропонувати велике число схем систем регулювання завантаження збиральних машин, що відрізняються одна від іншої по виду регульованої величини, за законом регулювання і конструкції окремих елементів регуляторів.

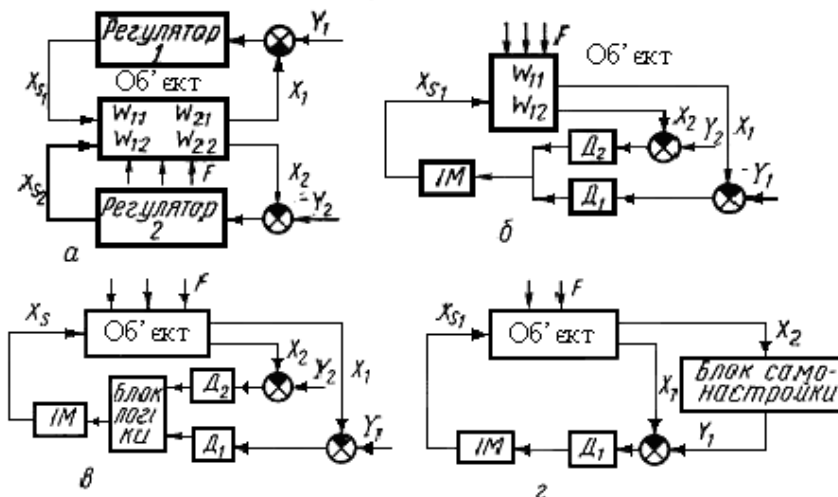
Щоб із усього різноманіття можливих принципів схем систем регулювання зробити правильний вибір, необхідний аналіз динамічних процесів функціонування систем.

Для складних збиральних машин стали розробляти системи автоматичного регулювання по декількох параметрах (багатомірні системи). Найпростішими з них є системи, що складаються з декількох самостійних регуляторів, пов'язаних між собою тільки через об'єкт (рис. 1, а). Кожний із регуляторів має свій автономний регулюючий орган і вузол налагодження. Прикладом може служити система, що складається з відцентрового регулятора обертів двигуна зернозбирального комбайна і регулятора товщини прошарку хлібної маси в похилій камері. Обидва ці регулятори впливають один на одного тільки через об'єкт (оскільки при аналізі динамічних властивостей самохідних збиральних машин відцентровий регулятор обертів двигуна може розглядатися як складова частина об'єкта, то надалі не будемо виділяти його самостійно).

При створенні багатомірних систем регулювання завантаження, як правило, використовують загальний виконавчий механізм, що керує поступальною швидкістю збиральної машини. Багатомірні системи можуть будуватися на принципі беззупинного підсумовування сигналів датчиків (рис. 1, б) або з застосуванням логічних устроїв для аналізу цих сигналів (рис. 1, в).

При двох датчиках логічний пристрій виділяє максимальний сигнал і здійснює вплив на виконавчий механізм відповідно до сигналів датчика, що у більшій ступені

потребує зменшення поступальної швидкості прямування машини. Якщо датчиків більше двох, логічний пристрій функціонує за принципом машини голосування.



а - система регулювання, що складається з двох регуляторів, пов'язаних між собою тільки через об'єкт; б - система регулювання з двох регуляторів, пов'язаних між собою через об'єкт і загальний виконавчий механізм; в - двомірна система регулювання з логічним пристроєм для опрацювання сигналів датчиків; г - самоналагоджувана система.

Рисунок 1 - Функціональні схеми багатомірних систем автоматичного регулювання завантаження:

Загальним недоліком розглянутих останніх двох принципів побудови багатомірних систем є те, що кожний із каналів виміру потребує самостійного налагодження як по номіналі вимірювального параметра, так і на сувору відповідність їх між собою. В польових умовах здійснити необхідного налагодження можна тільки індивідуально для кожної збиральної машини. Якість налагодження залежить від кваліфікації механізатора і пов'язано з істотною витратою часу, що росте в значно більшій мірі, чим число каналів вимірів.

Якщо ж у результаті зміни умов жнив виявиться, що сталий режим роботи машини можливий при інших номінальних значеннях регульованих параметрів, чим це було колись встановлено, то провести правильні зміни в налагодженню системи, цілі котрих заздалегідь можна сформулювати лише в самому загальному виді, практично важко. Щоб забезпечити велику автономність каналів виміру в системах (рис. 1, б і в), можна ввести перехресні зв'язки між датчиками, проте це лише частково усуває відзначені хиби, тому що зазначені системи здійснюють жорсткий закон регулювання.

Останнім часом почали розробляти системи регулювання завантаження збиральних машин, що володіють властивістю адаптації, тобто автоматично адаптуються до змінних умов жнив. Однієї з різновидів самоадаптуючих систем є самоналагоджувальні системи (рис. 1, г). Вони складаються з базового регулятора одного з параметрів завантаження, налагодження якого змінюється автоматично в залежності від стану інших параметрів, що характеризують протікання керованого процесу й умов жнив.

Найбільш досконалі системи автоматичного керування з цього класу систем - системи автоматичної оптимізації всього технологічного процесу. Ці системи, розташовуючи декількома каналами вимірів і регулюючих органів, шляхом автоматичного пошуку можуть знаходити таку сукупність регулюючих впливів, при якому показник ефективності досягає би екстремального значення. Показник ефективності може обчислюватися спеціальним пристроєм на підставі сигналів різноманітних датчиків.

Основним збуренням f_1 яке викликає зміну завантажувального режиму комбайна, є нерівномірність врожайності. Компенсувати це обурення найбільш ефективно можна за допомогою регулятора товщини прошарку, датчик якого розташований ближче усіх до ріжучого апарата (підбирачу). Для того щоб враховувати дію інших збурень, що характеризують зміну фізико-механічних властивостей хлібної маси й умов пересування комбайна, можна здійснювати, крім того, регулювання по додатковим параметрам: моменту на валі молотильного барабана, його обертам, ступеня завантаження двигуна та ін.. Проте залежність цих параметрів від подачі ускладнює створення багатомірних систем із прийнятними динамічними властивостями.

Завдяки застосуванню об'ємної гідропередачі в комбайні, водій комбайну має можливість плавно змінювати поступальну швидкість агрегату в широкому діапазоні. Але основною функцією - є водіння агрегату вздовж поля не пропускаючи с/х продукції і він не в змозі стежити за навантаженням органів комбайна, що взаємодіють. Навантаження органів, що сепарують, у свою чергу істотно змінюються в залежності від мінливих агротехнічних і ґрунтових умов на довжені поля. Якщо водій намагається контролювати навантаження органів, що сепарують, агрегат іде поза умовним рядком, внаслідок чого збільшуються втрати й ушкодження врожаю, і значно зменшується чистота с/х продукції в бнkerі.

У зв'язку з цим виникає необхідність у застосуванні автоматичного пристрою регулювання швидкості поступального руху комбайна в залежності від його навантаження.

Розроблений автоматичний пристрій регулювання завантаження комбайна відноситься до систем із впливом по регульованому параметрі, що у всіх випадках рівномірно діють на відхилення регульованого параметра від заданого значення незалежно від того, під дією якого збурення це відхилення відбулося. Цикл роботи даної системи включає вимір регульованого параметра (маси на вході), порівняння його з заданим значенням і вплив на регульований об'єкт таким чином, щоб привести регульований параметр до заданого значення, тобто якщо маса більше заданого, система керування швидкістю комбайна одержує команду на зменшення поступальної швидкості. Від чого завантаження комбайна зменшується. Якщо ж прошарок стає менше заданого, агрегат збільшує швидкість. Крім того у випадку якщо двигун комбайна перевантажений швидкість комбайна не збільшується доти поки навантаження не зменшиться. Для зворотнього зв'язку використовується датчик швидкості. Таким чином, здійснюється процес автоматичного регулювання швидкості агрегату з метою підтримки оптимальної товщини прошарку на молотильному барабані комбайна.

Крім того, розроблений автоматичний пристрій запобігає можливим перевантаженням двигуна комбайна, що виникають при надходженні надлишкової кількості маси в комбайн. При перевантаженні різко знижується частота обертання колінчатого вала двигуна і пов'язаних із ним робочих органів комбайна. Це призводить до різкого погіршення або повного порушення технологічного процесу комбайна.

Функціональна схема розглянутої системи зображена на рис. 2. Оптимальна товщина прошарку H_{opt} , котрий автомат повинний підтримувати, задається за допомогою задатчика 3. Фактичний прошарок на елеваторі вимірюється вимірювачем Д. Сигнали $\Delta\Phi$ вимірювача і задатчика H_{opt} надходять через перетворювач П і P_{opt} надходять у мікро ЄВМ. І там оцифровуються вмонтованими АЦП. Сформовані ними сигнали ΔU і ΔU_{opt} є керуючими сигналами. Мікропроцесор МП аналізує вхідний сигнал і виробляє керуючий сигнал який надходить на виконавчий орган ВО. Регулюючим елементом системи є золотник управління ЗУ гідротрансмісії. Тиск

робочої рідини гідротрансмісії вимірюється датчиком $D_{\text{тиск}}$. Сигнали вимірювача надходять через перетворювач $\Pi_{\text{тиск}}$ і надходять у мікро ЄВМ для оцифрування умонтованими АЦП. Зворот-ній зв'язок здійснюється через датчик швидкості $D_{\text{швид}}$.

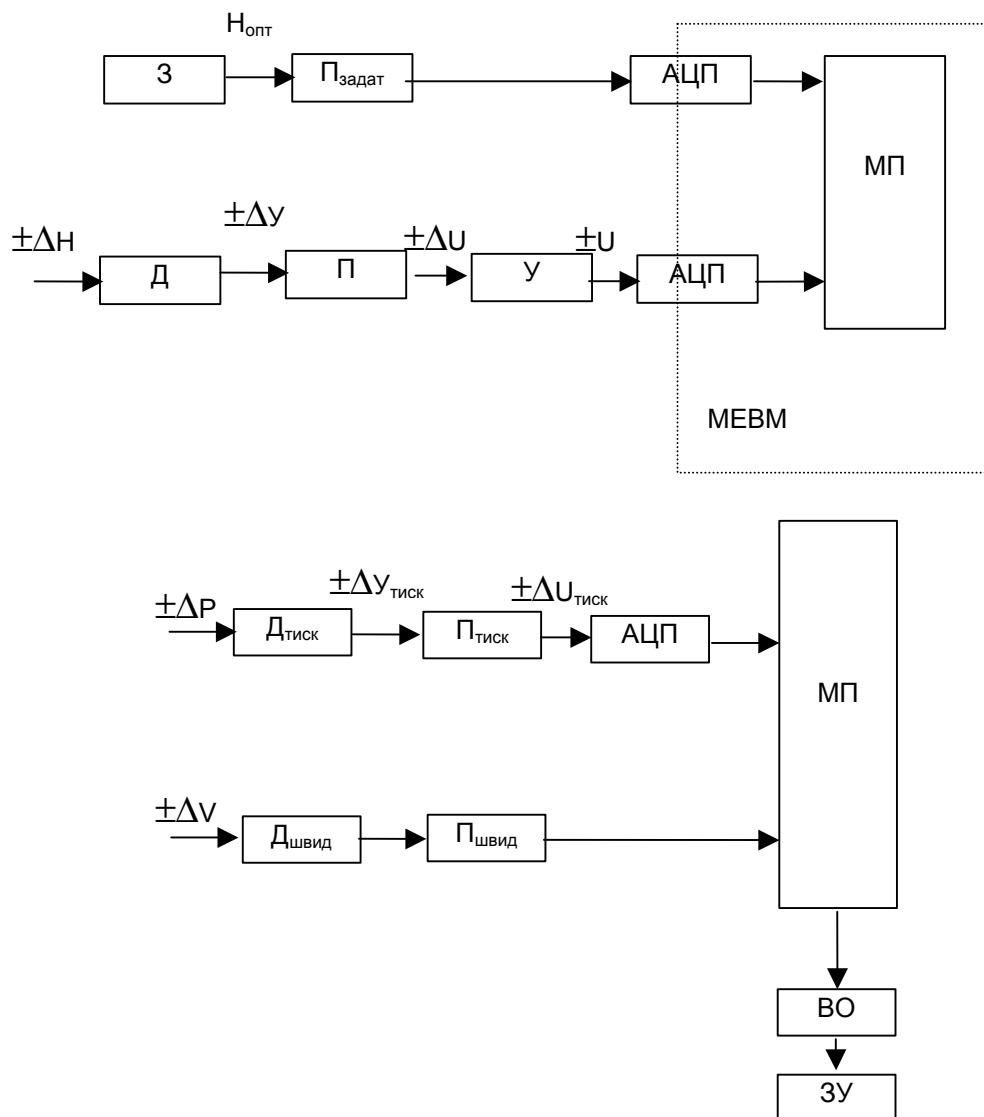


Рисунок 2. - Функціональний схема САУ завантаження основного молотильного барабану комбайна

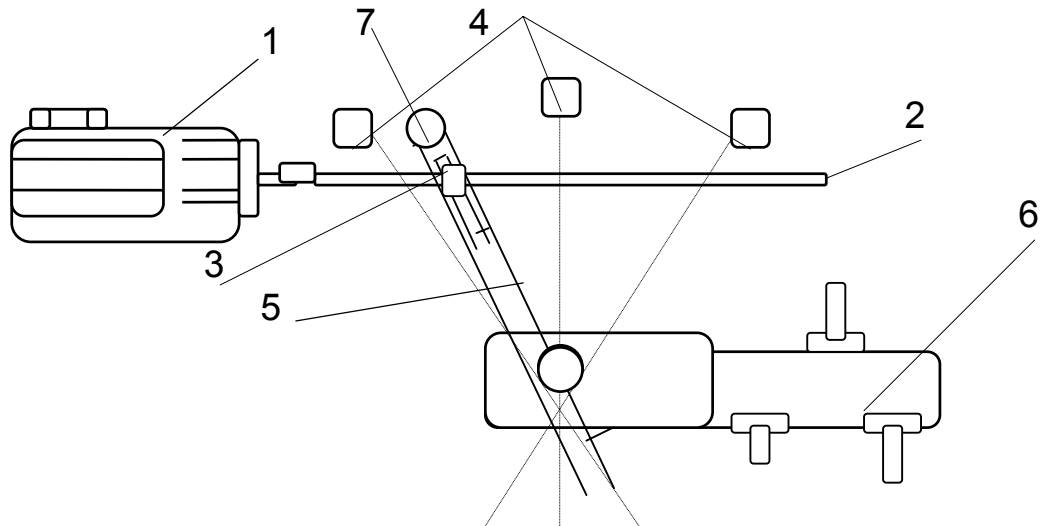
Система підтримки навантаження комбайна (рис. 3) складається з вимірювального перетворювача навантаження 1, кожний із щупів якого пов'язаний із своїм потенціометром 2, електронного блока 3, крокового двигуна 4 сполученого з важелем управління золотником управління аксіальнопоршневою гідротрансмісією, гідротрансмісії (ГСТ90)6. Датчика швидкості 7. Перетворювача тиску (МП22517) 5. Джерелом живлення служить акумулятор електросистеми комбайна. Вимірювач має шість щупів, рівномірно розташованих по ширині полотнища елеватора, а потенціометри щупів з'єднані послідовно. Під впливом прошарку маси щупи вимірювача рухаються. При цьому змінюється опір ланцюга потенціометрів. Вимірювальний перетворювач навантаження встановлен на рамі комбайна над кінцем основного елеватора, що сходить. Електронний блок встановлений у кабіні водія.

Автоматична система працює таким чином: при прямуванні по полю леміш зернозбирального комбайна підбирає колос і подає зернову масу на основний елеватор 9, на якому частина ґрунту просівається, а маса, що залишилася, (ґрунт, зерно, тверді домішки, бадилля і бур'яни) потрапляє в простір між полотниною основного елеватора 9 і щупами 8 вимірювача завантаження. Таким чином, становище щупів 8 визначає навантаження основного елеватора (товщину прошарку маси на ньому). Потенціометри щупів з'єднані послідовно. Тому електричний опір їхнього ланцюга пропорційно середньому значенню товщини прошарку по всій ширині елеватора.

Перетворювач тиску змонтований на магістралі високого тиску гідротрансмісії. Що дозволяє знімати значення робочого тиску гідромотора для визначення його завантаженості.

Імпульсний датчик швидкості з переривачем змонтований на осі ведучого колеса комбайна.

Працює автоматична система в по такій схемі: при прямуванні по полю барабан 10 комбайна підхвачує і зрізіє поступово рухаючіся ножі і подають зрізану масу на основний елеватор 9, на якому частина ґрунту просівається, а маса, що залишилася, (ґрунт, зерно, тверді домішки, бадилля, бур'яни) подає в простір між полотниною основного елеватора 9 і щупами 8 вимірювача завантаження. Таким чином, положення щупів 1 вимірювача визначають завантаження основного елеватора (товщину прошарку маси на ньому). Потенціометри щупів з'єднані послідовно. Тому електричний опір їхнього ланцюга пропорційно середньому значенню товщини прошарку по всій ширині елеватора. Контроль за перевантаженням двигуна комбайна здійснюється манометром 5. У випадку перевантаження двигуна (зрушування з місця, рух під гору) здійснюється вимикання САУ завантаження рушів. Після відновлення нормального режиму роботи МЭВМ відновлює роботу системи управління.



1 - кроковий двигун; 2 - вісь із різьбою; 3 - ковзна гайка; 4 - датчики положення; 5 - важіль управління; 6 - золотник управління.

Рисунок 3 - Принципова схема органа гідротрансмісії, що регулює

Для управління завантажувальним режимом збиральної машини використовується кроковий двигун (КД) механічно з'єднаний із важелем (5) золотника управління (6) ГСТ-90 (рис. 3).

З'єднання КД і важеля управління гвинтове (рис. 3). Ротор КД 1 з'єднаний із гвинтом 2, гвинт являє собою вісь із нарізною різьбою із 1024 кроками в 1 мм. До гвинта 2 через ковзну гайку 3 приєднаний важіль управління 5. Для визначення середньої і крайніх точок положення важеля 5, на кінці цього ж важеля закріпленій постійний магніт який при досягненні якогось із крайніх положень діє на геркони 4.

Тому що для переміщення важеля управління потрібно зусилля в 15,5 Н.м для регулятора був обраний кроковий двигун, що серійно випускається ШДР-521 який створює момент на валі в 2,6 рази більше необхідного.

Електроніка крокового двигуна побудована в такий спосіб що КД управляється мікропроцесором усього двома сигналами -- пересунуться на крок і реверс. Перший імпульс управляє обертанням двигуна, а другий змінює напрямок обертання двигуна.

Список літератури

1. Getreideernte Verluete senken. – Agrartechnik International, 1982, vol.61, №5.
2. Погорілий Л.В., Брей В.В., Осіпов М.М. та ін. Моделі гнучких технологічних процесів сільськогосподарського виробництва/УТам же. - 1998.- №9.- С. 33-44.

В данной статье с целью выбора возможных принципиальных схем системы автоматического устройства регулирования скорости поступательного движения комбайна в зависимости от его нагрузки, сделан анализ динамических процессов функционирования систем регуляция и предложено автоматическое устройство регуляции загрузки комбайна.

In this article with the purpose of choice of possible of principles charts of the system of automatic device of adjusting of rate of forward movement of combine depending on his loading, the analysis of dynamic processes of functioning of the systems is done adjusting and the automatic device of adjusting of load of combine is offered.