

Агрегативання як розділ землеробської механіки

Наведено визначення таких понять, як агрегативання, сільськогосподарський та машинно-тракторний агрегати. Розглянуто внутрішню природу та методи агрегативання, як окремого розділу дисципліни «землеробська механіка».

Ключові слова: агрегативання, енергетичний засіб, сільськогосподарський агрегат (СГА), машинно-тракторний агрегат (МТА), предмет агрегативання, методи, аналіз.

Суть проблеми. Ще в 70-ті роки минулого сторіччя вчені намагалися виокремити «агрегативання» як розділ землеробської механіки [1], проте й донині в цьому питанні немає визначеності.

Передусім це пов'язано, на нашу думку, з відсутністю чіткого розуміння науковцями природи поняття «агрегативання». Практично в усіх енциклопедичних словниках воно коментується як «множина (сукупність) прийомів, що дозволяють функціонально об'єднувати складові частини виробу в єдині елементи (агрегати)». У загальнотехнічному плані таке тлумачення формально правильне, проте стосовно сільськогосподарського виробництва – у ньому не вистачає конкретики: які саме прийоми, у чому полягає їх сутність, що за виробу об'єднуються тощо.

Першу цілеспрямовану спробу сформулювати визначення поняття зробив автор наукової дискусійної роботи [1]: «агрегативание – обеспечение работоспособности СХА». А СХА («сельскохозяйственный агрегат»), за його визначенням, – це складна машина з двигуном, трансмісією і робочими органами, призначена для механізації технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Натомість російський стандарт Асоціації випробувачів сільськогосподарської техніки і технологій СТО АИСТ 1.11-2010 визначає, що «агрегативание: соединение трактора с сельскохозяйственной машиной или транспортным средством при помощи соединительных устройств с целью создания машинно-тракторного агрегата для выполнения технологических операций в растениеводстве».

Ці два визначення принципово відрізняються, оскільки в них фігурують різні об'єкти: у першому – сільськогосподарський (СГА) агрегат, а в другому – машинно-тракторний (МТА).

Якщо СГА [1] – це складна машина, то які визначення існують стосовно МТА?

На думку автора роботи [2], машинно-тракторний агрегат (МТА) – це сполучення мобільних машин із джерелом енергії, передавальними та іншими пристроями, призначеними для виконання однієї або кількох технологічних операцій.

Це формулювання відрізняється від наданого СТО АИСТ 1.11-2010 (див. вище) тим, що трактор – це мобільна машина із джерелом енергії. Але ж зернозбиральний комбайн, скажімо, також підпадає під це визначення.

За формулюванням С. Іофінова, «совокупность (сочетание) мобильных машин с источником энергии (энергетическими средствами), передаточными и вспомогательными устройствами называется сельскохозяйственным агрегатом, а при использовании механического (или электрического) источника энергии (двигателя) – машинно-тракторным агрегатом». Окрім того, учений стверджує, що «понятие «машинно-тракторный агрегат» происходит от слова traction – тянуть, перемещать, а не от слова «трактор», который не обязателен в составе такого агрегата» [3].

З цього постулату напрошується висновок, що енергетичний засіб МТА виконує виключно тягову функцію. Але ж енергозасіб, призначений для виконання тягового процесу, за визначенням відомого фахівця Г. Кутькова, має називатися саме трактором [4]. В його конструкції немає вбудованих робочих органів для здійснення сільськогосподарських технологічних операцій, саме цим він і відрізняється від інших мобільних енергетичних засобів.

З огляду на сказане, значна частина науковців одноставно пропонують енергетичним засобом МТА вважати виключно трактор [5-7]. Натомість, ще в 30-і роки минулого сторіччя існували визначення, які повністю виключали такі об'єкти, як «трактор» і «машинно-тракторний агрегат». Так, відомий учений-експлуатаційник Б. Свірщевський вважав, що «агрегат представляет соединение рабочих машин-орудий с источником энергии, предназначенное для выполнения какой-либо одной сельскохозяйственной операции и одновременно нескольких в комбинации» [8].

Найбільш лаконічні визначення основних об'єктів агрегативання сформульовані нині вітчизняними науковцями. На думку авторів підручників [9, 10] «машинний агрегат – це сільськогосподарський агрегат з механічним або електричним джерелом енергії».

Як бачимо, з наведеного вище розмаїття думок важко визначитися з поняттям «агрегативання». Для початку слід дати визначення двом його основним об'єктам – це сільськогосподарський (СГА) і машинно-тракторний (МТА) агрегати.

Основна частина. Найперше візьмемо до уваги, що за своєю природою СГА і МТА – це не просто механічне поєднання джерел енергії і робочих машин чи знарядь, а досить складні сукупності функціонально взаємопов'язаних засобів технологічного оснащення для виконання в регламентованих умовах виробницт-

ва заданих технологічних операцій або процесів. Згідно з енциклопедичними тлумаченнями, під таке визначення підпадають комплекси.

Враховуючи сучасні вимоги аграрного виробництва, вони мають бути автономними і мобільними. Деякі з них можуть базуватися на модульному принципі побудови, за яким енергетична частина (або джерело енергії) агрегату – це енергетичний модуль, а технологічна частина (тобто машини чи знаряддя) – технологічний модуль чи модулі [4, 11]. Технічна здійсненність цього принципу уже доведена сучасною практикою конструювання сільськогосподарських машин чи знарядь [12].

На основі вищевикладеного пропонуємо базові визначення, які в подальшому аналізі візьмемо за основу. Отже, *сільськогосподарський агрегат (СГА) – це автономний мобільний енерготехнологічний комплекс, призначений для виконання однієї чи одночасно кількох технологічних операцій сільськогосподарського виробництва із заданими агротехнічними вимогами. Якщо енергетичною базою (модулем) цього комплексу є трактор, то він (комплекс) називається машинно-тракторним агрегатом (МТА).*

Важко не погодитись, що для забезпечення ефективного функціонування таких комплексів потрібно володіти відповідною системою знань, умінь і навичок. І здобувати їх слід не інакше, як вивченням спеціальної дисципліни, назва якій – «агрегування».

Предмет агрегування – це методи аналізу й оцінювання комплексної відповідності параметрів та характеристик СГА чи МТА вимогам технологій сільськогосподарського виробництва.

Вказаними методами можуть бути:

- аналіз конструкційно-технологічних властивостей СГА чи МТА;
- оцінювання тягово-енергетичних показників СГА чи МТА;
- агроекологічний аналіз;
- експлуатаційно-технологічне оцінювання роботи СГА чи МТА;
- техніко-економічна ефективність СГА чи МТА.

Спробуємо більш детально розглянути кожен з цих методів. 1) *Аналіз конструкційно-технологічних властивостей СГА чи МТА* включає оцінювання можливості забезпечення механічного поєднання енергетичної і технологічної частин агрегатів у один технологічний комплекс із взаємообумовленим їх розміщенням один відносно одного. Зокрема це стосується перспективних комбінованих МТА, побудованих за схемою «push-pull» [12]. Наявність фронтальних машин чи знарядь потребує розроблення системи погодження їх конструкційних параметрів з параметрами переднього навісного механізму енергетичного засобу. Якщо ж цього не зробити, то можуть виникнути проблеми щодо керованості, стійкості і плавності руху нових агрегатів.

Позаяк останнім часом все більше використовують машини з активним приводом робочих органів, то енергетичні засоби СГА та МТА повинні мати обґрунтовану кількість гідрофікованих ліній або валів відбору потужності (ВВП) двигуна. І дуже важливо, щоб характеристики цих ліній і ВВП відповідали вимогам агрегованих машин та знарядь. Повнота використання

тракторів сімейства ХТЗ-160, для прикладу, обмежена відсутністю в їх конструкції фронтальних ВВП з режимом обертання 540 хв.⁻¹. А відсутність в цих та інших енергетичних засобах Харківського тракторного заводу синхронних ВВП позбавляє можливості створити на їх базі такі потрібні сільськогосподарському виробництву України вітчизняні модульні енергетичні засоби змінного тягового класу 3-5 [11, 12].

Аналіз конструкційно-технологічних властивостей СГА та МТА передбачає оцінювання технологічного простору для розміщення на енергетичних або технологічних їх частинах обладнання у вигляді вмістищ мінеральних добрив, пестицидів, води. Такий простір надають передній, задній і бокові навісні механізми енергетичного засобу, монтажні майданчики, розміщені спереду або ззаду кабіни, а також міжколісна (як у самохідного шасі) технологічна зона.

2) *Оцінювання тягово-енергетичних показників СГА та МТА* є вкрай важливим для підвищення продуктивності їх роботи. У технічному плані це можна здійснювати підвищенням робочої швидкості за рахунок підвищення потужності двигуна і збільшенням робочої ширини захвату за рахунок зростання експлуатаційної маси енергетичного засобу.

Практична реалізація першого напрямку передбачає контроль ступеня завантаженості двигуна за потужністю. Цей фактор дуже важливий на сучасному етапі впровадження тяговоенергетичної концепції розвитку тракторів, згідно з якою їх енергонасиченість не може бути повністю реалізована в тяговому режимі [14]. А наявність «зайвої потужності» двигуна спонукає до розроблення й оцінювання відповідної системи агрегування енергетичних засобів нового покоління.

Те ж саме можна стверджувати і стосовно експлуатації у складі того чи іншого МТА тракторів з двигуном постійної потужності (ДПП). Як показує практика, ефективність ДПП має місце в режимі його роботи на коректній гілці. А таке можливе для енергетичних засобів загального призначення і малоімовірне для універсально-просапних тракторів. Тому обладнання останніх двигунами постійної потужності без урахування законів агрегування може призвести до небажаних наслідків.

Підвищення ширини захвату СГА чи МТА за рахунок зростання експлуатаційної маси енергетичних засобів органічно пов'язане з оцінюванням їх буксування. А цей процес потребує не лише витрат палива на свій прояв і спричинює зношування шин, але й руйнує структуру ґрунту. Останніми теоретичними дослідженнями встановлено, що для екологічно безпечного впливу на ґрунт у весняний період польових робіт максимально допустиме буксування (δ_{\max}) колісних рушіїв тракторів тягових класів 5, 3 і 1,4 має становити 15%, 12% і 9% відповідно. В осінньо-літній період значення δ_{\max} можуть бути більшими і відповідно становити 20%, 16% і 13% [15]. Колісні трактори тягового класу 5, обладнані одинарними штатними шинами, можуть використовуватися на польових роботах лише в осінньо-літній період. Для експлуатації навесні вони обов'язково мають бути обладнані подвоєними шинами. Застосування такого конструкційного рішення доцільне для усіх колісних енергетичних засобів [16].

Одним із методів зменшення буксування рушіїв

енергетичних засобів є їх баластування. Водночас принципи агрегування СГА та МТА вимагають виваженого підходу до впровадження такого методу, адже в такому разі збільшується ущільнення ґрунту, підвищується питома матеріаломісткість агрегату тощо.

Важливим моментом оцінювання тягово-енергетичних показників СГА та МТА є правильний вибір коефіцієнта кінематичної невідповідності в приводі рушіїв колісного енергетичного засобу. У трактора з однаковими передніми і задніми рушіями відношення тиску повітря в шинах задніх коліс до тиску повітря в передніх має бути таким же, як і відношення вертикального навантаження на задній міст до вертикального навантаження, яке припадає на передній міст енергетичного засобу [17]. Практична реалізація цієї вимоги потребує попереднього розгляду умов рівноваги СГА чи МТА у поздовжньо-вертикальній площині.

Зрештою, повноформатне оцінювання тягово-енергетичних показників СГА та МТА неможливе без визначення тягового опору їх технологічних частин, а також необхідних при цьому витрат пального. Знання цих показників дає можливість оцінити ступінь навантаження енергетичного засобу за тяговим зусиллям та економічність роботи усього агрегату.

3) *Агроекологічний аналіз* передбачає оцінювання можливості функціонування СГА та МТА з урахуванням обмежень агротехнічних і екологічних вимог. Найперше на вирощуванні просапних культур колеса чи гусениці енергетичних засобів повинні рухатись у міжряддях, не пошкоджуючи при цьому культурні рослини і не переущільнюючи ґрунт. Тобто, з одного боку рушій має бути досить вузьким, а з іншого – не створювати високий питомий тиск на опорну поверхню. Уся складність полягає в тому, що ці вимоги альтернативні [4] і обмежені нормами. До них, як відомо, відносяться ширина захисної зони, питомий тиск рушіїв на ґрунт, допустиме вертикальне навантаження на колісний рушій і, в кінцевому підсумку, максимальна експлуатаційна маса енергетичного засобу.

Для забезпечення виконання того чи іншого технологічного процесу з рівномірною швидкістю руху, стабільними значеннями глибини обробітку ґрунту і ширини захвату, мінімальним рівнем пошкодження культурних рослин тощо СГА та МТА повинні мати задовільну керованість і стійкість руху у горизонтальній площині, а також плавність руху – у поздовжньо-вертикальній. Методи обґрунтованого вибору оптимальних (раціональних) схем, конструкційних параметрів і режимів роботи СГА чи МТА при розв'язанні цих проблем є невід'ємною складовою процесу їх агрегування.

4) *Експлуатаційно-технологічне оцінювання* функціонування СГА чи МТА включає визначення трудомісткості його складання, переведення із транспортного положення в робоче і навпаки. За недосконалої конструкції агрегат може характеризуватися значними невиробничими витратами часу, що, безумовно, негативно вплине на його попит серед сільгоспвиробників.

Важливий етап експлуатаційно-технологічного оцінювання СГА та МТА – це визначення їх повороткості. Серед виробників і навіть науковців побутує думка, що чим менший мінімальний радіус повороту має енергетичний засіб, тим краще. Проте це не зовсім

так, оскільки енергетичний засіб функціонує не самостійно, а у поєднанні з технологічною частиною агрегату. А остання, зокрема причіпна, за певних умов може суттєво обмежувати власну поворотність енергетичного засобу [11, 12]. В такому разі лише правильне комплектування агрегату може забезпечити йому задовільну поворотність навіть за мінімізованого радіуса повороту трактора [12].

Експлуатаційно-технологічне оцінювання СГА та МТА дає можливість визначити продуктивність їх роботи, питомі витрати палива і такі важливі експлуатаційно-технологічні показники, як коефіцієнт робочого ходу, надійність технологічного процесу, напруження на одну технічну і технологічну відмови тощо.

5) Заключним етапом аналізу й оцінювання комплексної відповідності параметрів та характеристик СГА та МТА вимогам технологій сільськогосподарського виробництва є визначення їх техніко-економічної ефективності. Згідно з ДСТУ 4397:2005 останню репрезентують питомі витрати праці, річне завантаження (в годинах) енергетичного засобу і машин та знарядь і, насамкінець – сукупні витрати праці (з усіма їх складовими) та річний економічний ефект.

Висновки. Аналіз вищевикладеного показує, що за своєю суттю і внутрішнім змістом складові процесу агрегування відображають органічне поєднання методів, способів і стратегій дослідження. На підставі цього можна сформулювати визначення, що агрегування – це методологія забезпечення функціонування СГА чи МТА з максимальною ефективністю.

За твердженням Е. Жалніна [18], агрегування – «это фундаментальная теоретическо-прикладная дисциплина, излагающая основы разработки, создания, испытания и использования сельскохозяйственных машин и средств их агрегатирования с целью получения сельхозпродукции».

З таким визначенням важко не погодитися. Як і з тим, що з огляду на цей постулат та на вищевикладений аналіз, агрегування – це цілком сформований самостійний розділ землеробської механіки. І чим швидше він буде виокремлений як спеціальна дисципліна у вищих навчальних аграрних закладах, тим більш підготовленими будуть ті фахівці, яким вирішувати поточні та майбутні проблеми ефективної експлуатації сільськогосподарської техніки.

Список літератури

1. Орлов Н. М. Развитие агрегатирования сельхозтехники / Н. М. Орлов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1977. – №10.
2. Луговська Е. М. Експлуатація машин і обладнання агропромислового виробництва/ Е. М. Луговська: електронний посібник. – Кам'янець-Подільський, 2013. – [Електронний ресурс: <http://emiopv.ho.ua>].
3. Иофинов С. А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С. А. Иофинов. – М.: Колос, 1974. – 480 с.
4. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства/ Г. М. Кутьков. – М.: КолосС, 2004. – 504 с.
5. Фере Н. Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н. Э. Фере, В. З. Буб-нов, А. В. Эленев и др. – М.: Колос, 1971. – 245 с.

6. Бубнов В.З. Эксплуатация машинно-тракторного парка / В.З. Бубнов, М.В. Кузьмин. – М.: Колос, 1980. – 231 с.
7. Корсун Н. А. Агрегатирование тракторов Т-150 и Т-150К с сельскохозяйственными машинами / Н. А. Корсун. – М.: Машиностроение, 1975. – 276 с.
8. Свищевский Б. С. Эксплуатация машинотракторного парка / Б. С. Свищевский. – М.: ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ, 1937. – 324 с.
9. Машиновикористання в землеробстві / В. Ю. Ільченко, Ю. П. Нагірний, П. А. Джолос та ін.; за ред. В. Ю. Ільченка і Ю. П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
10. Експлуатація машин та обладнання / І. М. Бендера, В. П. Грубий, П. І. Роздорожнюк та ін.; за ред. І. М. Бендери, В. П. Грубого, П. І. Роздорожняка. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. – 576 с.
11. Надикто В. Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств / В. Т. Надикто. – Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
12. Надикто В. Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві / В. Т. Надикто, М. Л. Крижачківський, В. М. Кюрчев і ін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2005. – 337 с.
13. Лебедев А. Т. Основы анализа и синтеза энерготехнологических агрегатов блочно-модульного построения / А. Т. Лебедев, А. Е. Писаренко // Сб. научных трудов ХГУСХ: Тракторная энергетика в растениеводстве. – 1999. – С. 248-256.
14. Надикто В. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації / В. Надикто // Техніка і технології АПК. – 2011. – №9.
15. Надикто В. Визначення максимального буксування колісних рушіїв з урахуванням обмеження їх тиску на ґрунт / В. Надикто // Техніка і технології АПК. – 2014. – №7.
16. Надикто В. Проблеми баластування колісних тракторів / В. Надикто // Техніка і технології АПК. – 2013. – №2.
17. Кюрчев В. Н. Проблема кинематического несоответствия в приводе ходовой системы пахотнопропашного трактора / В. Н. Кюрчев // Агропанорама (Беларусь). – 2014. – №6.
18. Жалнин Э. В. Современные научные проблемы земледельческой механики. – [Электронный ресурс: www.ras.ru/digest/showdnews.aspx?id=b6f8e122-2168-4e06-988f-ce65ffc48193].

Аннотация. В статье приведены определения таких понятий, как агрегатирование, сельскохозяйственный и машинно-тракторный агрегаты. Рассмотрена внутренняя природа предмета методов агрегатирования как отдельного раздела дисциплины «земледельческая механика».

Summary. Determinations of such concepts, as unitization and agricultural and machine-tractors units, are expounded in the article. Internal nature of object and maintenance methods of unitization is exposed, as a separate section of discipline «agricultural mechanics».

Стаття надійшла до редакції 3 березня 2015 р.