

## ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ НОВОГО КОМБІНОВАНОГО ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

*Ігнат'єв Євген Ігоревич інженер  
Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Ihnatiev Ye.  
Taurian State Agrotechnical University*

**Анотація:** цукровий буряк є основним джерелом одержання цукру в Україні. Науково-технічний пошук способів збирання гички, обґрунтування гичкозбиральних агрегатів, а також їх параметрів, дадуть змогу знизити втрати й пошкодження коренеплодів та гички при збиранні буряка, що є актуальним науковим і виробничим завданням. Метою є підвищення ефективності використання комбінованого гичкозбирального агрегату на основі розробки основних положень теорії агрегування з максимальною продуктивністю й мінімальними енергетичними витратами. В роботі використані методи теорії математичного моделювання, теорії трактора, основ машиновикористання в рослинництві, а також складання програм і чисельних розрахунків на ПК. Проведені дослідження дозволили обґрунтувати машинно-тракторний агрегат, у складі інтегрального трактора, фронтально навішеної гичкозбиральної машини та задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички та визначити його експлуатаційні можливості.

**Ключові слова:** буряк цукровий, гичка, збирання, комбінований агрегат, математична модель, параметри.

### **Постановка проблеми**

Однією з ключових проблем технологічного процесу збирання цукрового буряку є видалення і збирання гички з головок коренеплодів на корені, а сама гичка є достатньо цінним джерелом корму для тварин, а також гарною сировиною для отримання біогазу. Широко розповсюджені зараз у світі сучасні технології збирання гички цукрового буряка передбачають спочатку суцільний безкопінний зріз основного масиву зеленої маси й наступне індивідуальне доочищення головок коренеплодів від залишків гички на корені. Використання гичкозбиральних машин та очисників головок коренеплодів від залишків гички у якості самостійних збиральних модулів дозволяє агрегувати їх з різними типами просапних тракторів. Це викликає необхідність у визначенні відповідності тієї або іншої гичкозбиральної машини та доочисника тягово-енергетичним параметрам агрегуючих тракторів, що буде забезпечувати високу ефективність використання пропонуваного збирального машинно-тракторного агрегату. Тому дане питання є актуальним й вимагає відповідного наукового обґрунтування.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Теоретичне дослідження агрегування сільськогосподарських машин, пов'язано з обов'язковою побудовою розрахункових математичних моделей функціонування різних самохідних і причіпних машинних агрегатів. Ці питання досить докладно представлені в науковій літературі [1-5]. При цьому побудові розрахункових математичних моделей причіпних сільськогосподарських машин, у тому числі бурякозбиральних присвячені роботи [6, 7].

Фундаментальна теорія агрегування причіпних і задньонавісних сільськогосподарських машин широко представлена у працях [8-11].

Крім цього, ґрунтовні питання прогнозування ступеня підвищення продуктивності бурякозбиральних машин залежно від питомих капіталовкладень розглянуті в монографії [12]. Однак питання вибору оптимальних параметрів фронтально навішених гичкозбиральних машин та задньоначеплених очисників головок коренеплодів від залишків гички за критеріями потужності агрегуючого колісного трактора не розглядалися.

Способи отримання експлуатаційних характеристик різних машинно-тракторних агрегатів, складених з агрегуючих тракторів і навішених попереду і позаду машин і знарядь широко представлені в роботах [13-15].

В роботі [16] представлено теоретичний апарат для вибору енергетичного засобу, що буде ефективно працювати з фронтально навішеною гичко збиральною машиною з можливістю варіювання всіх найбільш важливих з точки зору агрегування параметрів.

### **Мета досліджень**

Визначення можливостей та ефективності використання комбінованого гичкозбирального агрегату, у складі фронтально навішеної на колісний трактор гичкозбиральної машини і начепленого



позаду очисника головок коренеплодів від залишків гички по параметрам продуктивності й енергетичним витратам.

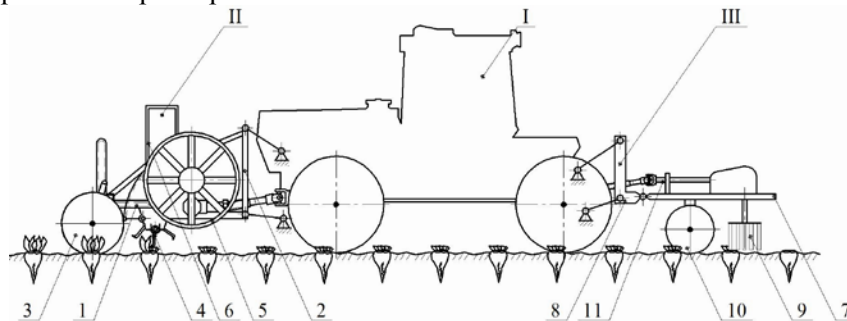
### *Методика досліджень*

При проведенні теоретичних досліджень використовувалися методи теорії математичного моделювання, теорії трактора, основ машиновикористання в рослинництві, а також складання програм і чисельних розрахунків на ПК в середовищі Mathcad.

### *Результати досліджень*

На підставі проведених досліджень нами розроблена нова конструктивно-технологічна схема збирання гички цукрового буряку з використанням інтегрального орно-просапного колісного трактора, тягового класу 3. При цьому на вказаний тип трактора, який має передній і задній начіпні пристрої та відповідно передній і задній вали відбору потужності, а також налаштування його ходових коліс з вузькими шинами на потрібну ширину міжрядь посівів цукрового буряку, попереду монтується фронтально навішена гичкозбиральна машина, яка здійснює суцільний безкопирний, безпідпирний зріз основного масиву гички, її збирання і завантаження в транспортний засіб. Позаду трактора начеплений доочишувач головок коренеплодів, який здійснює остаточне доочищення головок коренеплодів від залишків гички кожного рядка попередньо обрізаних коренеплодів за допомогою гнучких очисних лопатей, що встановлені на вертикальні привідні вали. Під час виконання всіх технологічних операцій враховувались механіко-технологічні властивості коренеплодів та гички з метою мінімізації пошкодження головок цукрового буряку та подрібнення листя.

На рис. 1 представлена нова конструктивно-технологічна схема фронтально навішеної гичкозбиральної машини та задньонавішеного очисника головок коренеплодів від залишків гички на інтегральний орно-просапний трактор.



**Рис. 1. Комбінований агрегат для збирання гички цукрового буряку: I – трактор; II – фронтально навішена гичкозбиральна машина: 1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – копіювальне колесо; 4 – роторний гичкорізальний апарат; 5 – транспортуюче-подавальний робочий орган; 6 – завантажувальний пристрій; III – очисник головок коренеплодів від залишків гички: 7 – рама; 8 – начіпний пристрій; 9 – очищувальний вал; 10 – копіювальне колесо; 11 – привід**

Технологічний процес збирання гички цукрового буряку здійснюється таким чином. Передньонавішена на начіпці 2 гичкозбиральна машина II здійснює суцільний безкопирний зріз масиву гички на завищеній висоті встановлення її гичкозрізаючого апарату 4 роторного типу, яка задається копіювальними колесами 3 з механізмами регулювання висоти. Технологічний процес безпосереднього зрізання масиву гички начіпним гичкозбиральним пристроєм I відбувається наступним чином: гичка зрізується роторним гичкозрізальним апаратом 4 розміщеному на рамі 1, який має шарнірно встановлені на привідному барабані плоскі ножі S-подібної форми. При цьому роторний гичкозрізальний апарат 4 має зустрічний напрям обертального руху зрізального барабана, а тому його ножі, встановлені на барабані таким чином, що їх ріжучі частини перекривають усю площину зони захоплення гичкозбиральної машини, піднімають зрізану масу гички догори. Далі вона потрапляє на транспортуюче-подавальний робочий орган 5, який має поперечний шнековий транспортер, довжина якого дорівнює ширині захвату гичкозбиральної машини, на кінці якого встановлено лопатеву кидалку 6. Після цього за допомогою відвантажувального пристрою, тобто кидалки 6, зрізана маса гички піднімається догори і завантажується у кузов транспортного засобу, що рухається поруч з боку зібраної частини поля.

На рис. 2 дано вигляд одного очищувального вала, встановленого на очисник головок



коренеплодів під час проведення досліджень.



**Рис. 2. Очищувальний вал доочисника головок коренеплодів**

Остаточне доочищення головок коренеплодів цукрового буряку від залишків гички здійснюється задньонавішеним начіпним очисником III, який за допомогою начіпного пристрою 8 встановлений позаду на тракторі I. Очисник головок коренеплодів від залишків гички III має встановлені на рамі 7 очищувальні вали 9 (індивідуальні для кожного рядка очищувальні робочі органи), що мають вертикальні вісі обертання і які містять консольно закріплені на кінцях еластичні очисні лопаті. Еластичні лопаті вала 9 рухаються поступально по рядку масиву коренеплодів цукрових буряків на встановленій за допомогою копіювальних коліс 10 висоті розташування і одночасно обертаються з певною частотою обертання ефективно відокремлюють залишки гички з головок коренеплодів на корені не пошкоджуючи їх і не вибиваючи з ґрунту. Привод 11 забезпечує обертання всіх валів (у 3-х рядному або у 6-ти рядному виконанні) очисника головок коренеплодів III.

В результаті попередніх досліджень машин-знарядь, що входять в розроблений гичкозбиральний агрегат, було для кожної з них окремо визначено основні енергетичні та конструктивні параметри, які було використано при подальшому моделюванні на ПК. Таким чином, виникає необхідність в визначенні енергетичних витрат на виконання технологічного процесу агрегату в цілому та у визначенні остаточного його складу за умов використання, в якості енергетичного засобу, інтегрального орно-просапного трактора класу 3.

В нашому випадку математична модель визначення можливостей агрегування гичкозбиральної машини, фронтально навішеної на колісний трактор і задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички, згідно методики викладеної в роботі [16], матиме наступний вигляд:

$$W = 0,1B \left\{ \frac{3600 \cdot \xi \cdot N_e \eta_t \eta_v \left[ 1 + \frac{1}{b} \ln \frac{\varphi_m - [(mg \cdot \psi + kB) \cdot (mg \cdot \lambda)^{-1}]}{a} \right]}{(kB + mg\psi) \eta_v + 10N_p B \cdot H \eta_t \left[ 1 + \frac{1}{b} \ln \frac{\varphi_m - [(mg \cdot \psi + kB) \cdot (mg \cdot \lambda)^{-1}]}{a} \right]} \right\} \quad (1)$$

де:  $N_e$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;  $\xi$  – коефіцієнт завантаження двигуна;  $N_p$  – питомі загальні витрати (на скошування основного масиву гички та доочищення головок коренеплодів від залишків гички) енергії на виконання технологічного процесу збирання гички цукрового буряка, кВт·с·кг<sup>-1</sup>;  $H$  – урожайність гички цукрового буряка, ц·га<sup>-1</sup>;  $\eta_t$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії колісного агрегуючого трактора;  $\eta_v$  – коефіцієнт корисної дії переднього і заднього валів відбору потужності трактора;  $m$  – маса колісного агрегуючого трактора, кг;  $g$  – прискорення вільного падіння, м·(с<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;  $k$  – питомий опір фронтально навішеної гичкозбиральної машини і очисника головок коренеплодів від залишків гички, Н·м<sup>-1</sup>;  $\psi$  – коефіцієнт опору



пересуванню колісного агрегуючого трактора;  $\varphi_m$  – коефіцієнт зчеплення;  $a, b$  – постійні коефіцієнти, які залежать від типу колісного агрегуючого трактора й агрофону, на якому здійснюється збирання гички цукрового буряка;  $\lambda$  – коефіцієнт зчіпної ваги трактора;  $B$  – робоча ширина захвату фронтально навішеної на колісний трактор гичкозбиральної машини і задньоначепленого очисника головок коренеплодів, м.

На підставі розробленої програми чисельних розрахунків на ПК у системі Mathcad нами були проведені розрахунки даної математичної моделі й визначено можливості агрегування розробленого комбінованого гичкозбирального агрегату з інтегральним орно-просапним трактором класу 3 (рис. 3).

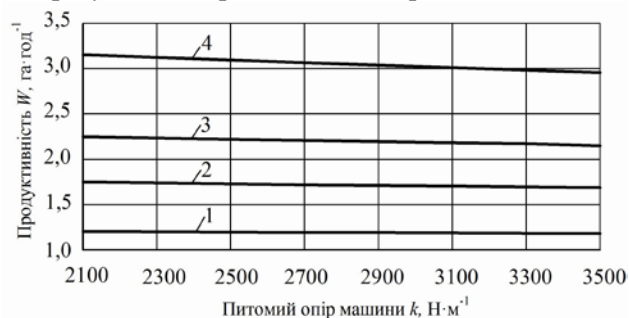
При виконанні чисельних розрахунків були враховані агротехнічні вимоги, що стосуються обмеження на швидкість поступального руху гичкозбирального агрегату  $1,5 \leq V_r \leq 4,0, \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ; коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора для колісних тракторів дорівнює  $\eta_t = 0,92$ ; ширина захвату  $B$  змінювалася в межах від 0,90 м до 2,7 м, із кроком 0,45 м, тобто від дворядного до шестирядного варіантів. Також при чисельних розрахунках було прийнято: урожайність гички цукрового буряка –  $H = 150 \text{ ц}\cdot\text{га}^{-1}$ ; питомі витрати енергії на виконання технологічного процесу збирання гички цукрового буряка –  $N_p = 2,7 \text{ кВт}\cdot\text{с}\cdot\text{кг}^{-1}$ ; коефіцієнти –  $\xi = 0,90$ ;  $\eta_v = 0,95$ ;  $f = 0,07$ ; припускається, що на буряковому полі зустрічаються підйоми не більше 5%; питомий опір фронтально навішеної гичкозбиральної машини і задньоначепленого очисника головок коренеплодів від залишків гички в складі колісного агрегуючого трактора (середнє його значення)  $k = 2100 \dots 3500 \text{ Н}\cdot\text{м}^{-1}$  (крок зміни питомого опору  $\Delta k = 200 \text{ Н}\cdot\text{м}^{-1}$ ). Технічна характеристика, інтегрального орно-просапного трактора, прийняті, згідно даних [14] у таблиці.

Таблиця

Технічна характеристика енергетичного засобу

Тяговий клас трактора, призначення	$m_g$ , кг	$N_e$ , кВт	$\varphi_m$	$a$	$b$
3 інтегральний, просапний, колісний	8200	117,7	0,65	0,753	9,52

Для заданих вхідних параметрів розглянутої системи, що вирішувалася на ПК були виконані чисельні розрахунки та отримано результати, представлені на рис. 3.



**Рис. 3. Залежність продуктивності  $W$  комбінованого гичкозбирального агрегату у складі колісного агрегуючого трактора тягового класу 3 від питомого опору  $k$  при різній ширині захвату: 1 –  $B = 0,9$  (дворядний варіант); 2 –  $B = 1,35$  (трьохрядний варіант); 3 –  $B = 1,8$  м (чотирьохрядний варіант); 4 –  $B = 2,7$  м (шестирядний варіант)**

Чисельне моделювання (рис. 3) параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату на базі колісного трактора тягового класу 3 показало, що він забезпечує високу продуктивність при комплектуванні комбінованих гичкозбиральних агрегатів у всьому діапазоні змін питомого тягового опору та ширини захвату завдяки своїм високим тягово-зчіпним властивостям.

### Висновки

1. Розроблена нова конструктивно-технологічна схема збирання гички буряків цукрових із



використанням інтегрального орно-просапного трактора дає змогу здійснити зазначений технологічний процес, за якого відбувається високоякісне зрізання основного масиву гички, її повне збирання та подальше використання для годівлі тварин або для виробництва біогазу. Це здійснює фронтально навішена на колісний агрегуючий трактор гичкозбиральна машина. Доочищення головок коренеплодів від залишків гички успішно здійснює задньонавішений на трактор очисник головок коренеплодів.

2. В результаті чисельного моделювання на ПК встановлено, що інтегрально-просапний колісний трактор класу 3 буде забезпечувати високу продуктивність при використанні комбінованих гичкозбиральних агрегатів для всього діапазону можливих раціональних ширин захвату та у всьому діапазоні змін питомого тягового опору, а завдяки запасу потужності залишається можливість застосування додаткових приводних пристроїв, наприклад коренезбиральних машин.

3. Результати проведеного аналітичного дослідження, а також розроблена програма чисельного моделювання на ПК дають змогу визначати оптимальні параметри не тільки даного комбінованого гичкозбирального агрегату, а й інших агрегатів за критеріями продуктивності й енергоємності.

### Список літератури

1. Василенко П.М. *Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов): Учебное пособие* / П.М. Василенко, В.П. Василенко. – Киев: УСХА, 1980. – 137 с.
2. Василенко П.М. *Об уравнениях движения мобильных машинных агрегатов* / П.М. Василенко // *Сборник трудов по земледельческой механике том II*. – Москва: Сельхозгиз, 1952. – С. 76-84.
3. Василенко П.М. *Элементы теории устойчивости движения прицепных сельскохозяйственных машин и орудий* / П.М. Василенко // *Сборник трудов по земледельческой механике т. II*. – Москва: Сельхозгиз, 1954 – С. 202-211.
4. Киртбая Ю.К. *Резервы использования машинно-тракторного парка* / Ю.К. Киртбая. – Москва: Колос, 1982. – 319 с.
5. Погорельый Л. В. *Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз* / Л. В. Погорельый, Н. В. Татьянко. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.
6. Булгаков В.М. *Методика построения расчетной модели функционирования самоходной корнеуборочной машины* / В.М. Булгаков. – Москва, “Доклады ВАСХНИЛ”, 1980, № 7. – С. 27-29.
7. Борис Н. М. *Обоснование технологического процесса и параметров рабочего органа для отделения ботвы сахарной свеклы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11* / Н. М. Борис. – Вінниця: ВДАУ, 2009. – 20 с.
8. Тимофеев А.И. *Анализ энергетического режима работы тракторного агрегата при разгоне* / А.И. Тимофеев // *ВАСХНИЛ. Земледельческая механика. Том V. Сборник трудов / под ред. В.А. Желиговского*. – Москва: Машиностроение, 1965. – С. 391-405.
9. Кутьков Г.М. *Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства* / Г.М. Кутьков. – Москва: КолоС, 2004. – 504 с.
10. Надыкто В.Т. *Основы агрегатирования модульных энергетических средств. Монография* / В.Т. Надыкто. – Мелитополь: КП “ММД”, 2003. – 240 с.
11. Погорельый Л.В. *Индустриализация агропромышленного комплекса* / Л.В. Погорельый. – Киев: Техника, 1984. – 200 с.
12. Булгаков В. М. *Свеклоуборочные машины* / В. М. Булгаков. – К.: Аграрная наука, 2011. – 352 с.
13. *Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.* / Под ред. Н.Э. Фере. Изд. 2-е. – М.: Колос, 1978. – 256 с.
14. *Довідник з машиновикористання в землеробстві* / За ред. В.І. Пастухова. – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
15. Бендера І.М. *Експлуатація машин і обладнання* / І.М. Бендера та ін. Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т. – Кам'янець-Подільський : Сисин О.В.: Абетка, 2013. – 576 с.
16. Ігнат'єв Є.І. *Математична модель експлуатаційних параметрів агрегату з фронтально навішеною гичкозбиральною машиною* / Є.І. Ігнат'єв // *Вісник Сумського національного аграрного університету. Науковий журнал. Випуск 10/1 (29)*. – 2016. – С. 58-64.

### References

1. Vasilenko P.M. *Metodika postroeniya raschetnykh modeley funktsionirovaniya mekhanicheskikh sistem (mashin i mashinnykh agregatov) Uchebnoe posobie* / P.M. Vasilenko, V.P. Vasilenko. – Kiev USHA, 1980. – 137 p.
2. Vasilenko P.M. *Ob uravneniyah dvizheniya mobilnykh mashinnykh agregatov* / P.M. Vasilenko // *Sbornik trudov po zemledelcheskoy mehanike tom II*. – Moskva: Selkhozgiz, 1952. – pp. 76-84.
3. Vasilenko P.M. *Elementyi teorii ustoychivosti dvizheniya pritsepnykh selskohozyaystvennykh mashin i orudiy* / P.M. Vasilenko // *Sbornik trudov po zemledelcheskoy mehanike t. II*, 1954 – p. 202-211.
4. Kirtbaya Yu.K. *Rezervyi ispolzovaniya mashinno-traktornogo parka* / Yu.K. Kirtbaya. – Moskva: Kolos, 1982. – 319 p.



5. Pogorelyiy L.V. *Sveklouborochnyie mashinyi: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prognoz* / L.V. Pogorelyiy, N.V. Tatyanko. – K.: Feniks, 2004. – 232 p.
6. Bulgakov V.M. *Metodika postroeniya raschetnoy modeli funktsionirovaniya samohodnoy korneuborochnoy mashinyi* / V.M. Bulgakov. – Moskva, “Dokladi VASHNIL”, 1980, # 7. – pp. 27-29.
7. Boris N.M. *Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i parametrov rabocheho organa dlya otdeleniya botvyi saharnoy sveklyi: avtoref. dis. na zdotuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.05.11* / N.M. Boris. – Vinnitsya: VDAU, 2009. – 20 p.
8. Timofeev A.I. *Analiz energeticheskogo rezhima raboty traktornogo agregata pri razgone* / A.I. Timofeev // VASHNIL. *Zemledelcheskaya mehanika. Tom V. Sbornik trudov* / pod red. V.A. Zheligovskogo. – Moskva: Mashinostroenie, 1965. – pp. 391-405.
9. Kutkov G.M. *Traktory i avtomobili. Teoriya i tehnologicheskie svoystva* / G.M. Kutkov. – Moskva: KoloS, 2004. – 504 p.
10. Nadykto V.T. *Osnovy agregatirovaniya modulnyih energeticheskikh sredstv. Monografiya* / V.T. Nadykto. – Melitopol: KP “MMD”, 2003. – 240 p.
11. Pogorelyiy L.V. *Industrializatsiya agropromyshlennogo kompleksa* / L.V. Pogorelyiy. – Kiev: Tehnika, 1984. – 200 p.
12. Bulgakov V.M. *Sveklouborochnyie mashinyi* / V. M. Bulgakov. – K.: Agrarnaya nauka, 2011. – 352 p.
13. *Posobie po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka.* / Pod red. N.E. Fere. Ed. 2-nd. – Moskva: Kolos, 1978. – 256 p.
14. *Dovidnyk z mashynovykorystannia v zemlerobstvi* / Za red. V.I. Pastukhova. – Kharkiv: Vesta, 2001. – 347 p.
15. Bendera I.M. *Ekspluatatsiia mashyn i obladnannia* / I.M. Bendera ta in. Podil. derzh. ahrar.-tekh. un-t. – Kamianets-Podilskiy : Sysyn O.V.: Abetka, 2013. – 576 p.
16. Ihnatiev Ye.I. *Matematychna model ekspluatatsiinykh parametriv ahrehatu z frontalno navisheniou hychkozbyralnoiu mashynoio / Ye.I. Ihnatiev* // *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Naukovyi zhurnal. Vol. 10/1 (29).* – 2016. – pp. 58-64.

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НОВОГО КОМБИНИРОВАННОГО БОТВОУБОРОЧНОГО АГРЕГАТА

**Аннотация:** сахарная свекла является основным источником получения сахара в Украине. Научно-технический поиск способов уборки ботвы, обоснование ботвоуборочных агрегатов, а также их параметров, дадут возможность снизить потери и повреждение корнеплодов и ботвы при уборке свеклы, что является актуальной научной и производственной задачей. Целью является повышение эффективности использования комбинированного ботвоуборочного агрегата на основе разработки основных положений теории агрегатирования с максимальной производительностью и минимальными энергетическими затратами. В работе использованы методы теории математического моделирования, теории трактора, основ машиноиспользования в растениеводстве, а также составление программ и численных расчетов на ПК. Проведенные исследования позволили обосновать машинно-тракторный агрегат, в составе интегрального трактора, фронтально навешенной ботвоуборочной машины и задненавешеного очистителя головок корнеплодов от остатков ботвы и определить его эксплуатационные возможности.

**Ключевые слова:** свекла сахарная, ботва, уборка, комбинированный агрегат, математическая модель, параметры.

## CAPABILITIES JUSTIFICATION OF NEW COMBINED BEET TOPS HARVESTING UNIT

**Summary:** sugar beet is the main source of receiving sugar in Ukraine. Scientific and technical search of ways of beet tops harvesting, justification of beet tops harvesting units, and also their parameters, will give the chance to reduce losses and damage of root crops and beet tops during harvesting that is actual scientific and production task. The purpose is increase of efficiency of use of the combined beet tops harvesting unit on the basis of development of basic provisions of machine operation theory with maximum productivity and minimum power consumption. In work methods of mathematical modeling theory, theory of tractor, machine operation bases in plant growing, and also drawing up programs and numerical calculations on personal computer are used. The carried out researches allowed to prove the machine and tractor unit, as a part of an integral tractor, frontally mounted beet tops harvesting machine and a rear-mounted root crop heads cleaner from beet tops residues and to define its operational capabilities.

**Keywords:** sugar beet, beet tops, harvesting, combined unit, mathematical model, parameters.