

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему.**

«Механізація вирощування цукрових буряків з удосконаленням
конструкції плуга ПНЯ-6-42»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи AI-20M(1,4)-2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Ободовський Владислав Олегович

« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Юрій МАЧОК

« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____

Зміст

	стор.
1. Вступ	6
2. Технологічна частина.....	8
3. Наукова частина	23
4. Охорона праці	41
5. Економічна частина	44
6. Висновок	46
7. Список використаної літератури	47
Додатки	49

Вступ

Просапні культури в нашій державі займають більше половини посівного клину. Такі з них як кукурудза, соняшник, цукрові буряки надважливі для народного господарства України. Вони та продукти їх переробки успішно реалізуються на міжнародних ринках. Але останніми роками спостерігається тенденція на скорочення посівів цукрових буряків. Статистичні дані вказують на те, що виробництво цукру у 2020 році зменшилось на 34% в порівнянні з 2019 роком [13]. Причиною ситуації, яка склалась стало скорочення площі посівів та несприятливі погодні умови. Сільськогосподарські виробники відмовляються від вирощування цукрових буряків через технологічні та логістичні складнощі.

Але велика кількість господарств довіряють цій культурі і вкладають кошти в удосконалення технології її вирощування та відповідне технічне забезпечення.

Цукрові буряки дуже чутливі до обробітку ґрунту. Це стосується виключно всіх операцій протягом всього періоду вегетації. Особливе місце в технології вирощування даної культури є основний обробіток. Причому, акцент робиться на глибокому розпушуванні при виконанні основного обробітку. Це може бути оранка чи глибоке розпушування чизельними знаряддями. З технологічної точки зору перевагу слід віддати глибокій оранці так як вона сприятиме протидії розширенню забур'яненості та розповсюдженню шкідників і хвороб. Оранку проводять полицевими плугами.

На ринку ґрунтообробної техніки України присутня широка номенклатура різних за призначенням та конструкцією плугів.

Це традиційні машини для загінної оранки чи оборотні плуги для гладкої оранки. Але ці ознаки не є основними. Відомо, що цукрові буряки добре реагують на глибокий обробіток 30...35 см і більше. Більшість плугів, як вітчизняного так і закордонного виробництва працюють на глибину до 30 см. Це не зовсім відповідає біологічним особливостям цукрових буряків. На особливу увагу заслуговує машина спроектована спеціально для основного обробітку під просапні культури. Це двоярусний плуг ПНЯ 6-42.

В даній магістерській роботі поставлене завдання удосконалення технології вирощування цукрових буряків саме впровадженням у виробництво ярусної оранки даним плугом.

1. Технологічна частина

2.1. Аналіз типової технології вирощування цукрових буряків.

2.1.1 Господарське значення цукрових буряків.

Господарське значення цукрових буряків важко переоцінити. Це одна з небагатьох культур біологічна маса якої при збиранні урожаю має дуже велику цінність. Основною частиною, звісно, є коренеплоди цукрових буряків. Вони є джерелом цукрової речовини з якої отримують цукор, стратегічний продукт для нашої економіки. Зелена маса (гичка), як супутній продукт може використовуватися на зелене добриво, або тваринництві, для безпосереднього згодовування тваринам, силосування тощо.

2.1.2. Аналіз механізованої технології вирощування цукрових буряків.

В основу аналізу покладено типову технологічну карту на вирощування цукрових буряків (рис. 2.1).

Попередники цукрових буряків. Урожайність цукрових буряків дуже сильно залежить від попередника. Тому при проектуванні технології звертають увагу на науковий та практичний досвід вирощування даної культури. Найкращим попередником для них є озима пшениця [14]. Причому, як найкращий варіант, озима пшениця повинна вирощуватись по удобреному органікою та мінеральними добривами чорному пару. Непоганою альтернативою чорному є багаторічні трави, кукурудза на силос, горох. При виборі тієї чи іншої ланки враховують ґрунтово-кліматичні умови.

Обробіток ґрунту. Як зазначалося раніше, технологічна карта передбачає різні способи механічного обробітку протягом всього періоду, причому останній - перед збиранням урожаю.

Підготовка площі після збирання озимої пшениці передбачає обов'язкове двослідове лушення стерні в агрегатом в складі трактора Т-150К та лушильника ЛДГ-10А. Через п'ятнадцять днів після цього проводиться оранка агрегатом в складі трактора МТЗ-80 і плуга ПЛН 3-35 на глибину до 27 см. Для запобігання втратам вологи одразу ж після завершення оранки здійснюють вирівнювання поверхні широкозахватним агрегатом в складі трактора Т-150 борін ЗБП-0,6 з використанням зчіпки СГ-21. Завершує осінній період обробки ґрунту культивація з внесенням добрив культиватором УСМК-5,4 в агрегаті з трактором Т-70С.

В січні наступного року, за умови наявності снігового покриву проводять снігозатримання агрегатом, який складається з трактора Т-150 та валкоутворювача СВУ-2,6.

В перших числах квітня виконують ранньовесняне розпушування ґрунту боронами БЗСС-1,0, які збираються в агрегат з трактором Т-150 за допомогою зчіпки СГ-21. Наступного дня після виконання даної операції виконують додаткове і останнє вирівнювання поверхні шлейф-боронами ШБ-2,5, які з'єднуються з трактором Т-150 за допомогою зчіпки СП-16.

В той же час після шлейфування проводять передпосівне боронування боронами БЗСС-1,0, які комплектуються в агрегат з трактором Т-150 зчіпкою СГ-21.

В переддень перед сівбою проводять передпосівну культивуацію культиватором УСМК 5,4, в день початку сівби ущільнюють поверхню поля котками ЗКВГ-1,4 зі зчіпкою СП-11. Роботу обох агрегатів забезпечують відповідно трактори МТЗ-80 та ЮМЗ-6.

На четвертий день після завершення сівби виконують досходове боронування боронами ЗОР-0,7 зібраних в агрегат з просапним трактором Т-70С за допомогою зчіпки СП-11.

В кінці квітня, залежно від стану посівів проводять післясходове боронування тим же агрегатом. В період з середини травня і до кінця серпня проводять чотири міжрядні обробки, за необхідності, з підживленням. Для цього застосовують агрегат, який складається з трактора Т-70С та культиватора УСМК 5,4.

Технологічна карта

Культура: цукрові буряки

Урожайність: основної продукції – 390 ц/га, супутної – 195 ц/га

Валовий збір: основної продукції – 39000 ц, супутної – 19500 ц

№ операції	Назва операції	Одиниці виміру	обсяг роботи	Час виконання		Агрегат		Кількість задіяних		Продуктивність га/год, т/год	Необхідно на всю площу		Витрати пального		Витрати праці на виконання всієї роботи на операції, год/га	Кількість нагромаджен
				календарні терміни	оптимізовані строки	трактор, автомобіль	с/г машина, зчіпка	механізаторів	допоміжних працівників		тракторів, автомобіль	с/г машин	нагромаджен, кг/га, кг/т	на всю операцію, кг		
1	Лущення стерні	га	100	15.07-20.07	5	Т-150	ЛШ-10А	2	–	6,55	2	2	19	988,0	78	11,34
2	Надбання гною	т	300	5.08-20.08	15	ЮМЗ-6	ПЗ-0,85	2	–	60	2	1	0,20	3120,0	312	37,4
3	Транспортування та внесення гною	га	100	5.08-20.08	15	МТЗ-82	Р0У-6	5	–	0,78	5	5	13,20	6864,0	676	95,24
4	Надбання мінеральних добрив	т	92	1.08-4.08	5	ЮМЗ-6	ПЗ-0,85	1	–	60	1	1	0,20	83,2	8,32	0,99
5	Внесення мінеральних добрив	га	100	1.08-4.08	5	МТЗ-80	ЮМЗ-4	3	–	4,42	3	3	185	960,5	119,60	16,80
6	Оранка	га	100	5.08-20.08	15	МТЗ-80	П/Н 3-35	1	–	0,58	1	1	15,5	1550	104	7,8
7	Вирівнювання борозен та гребенів	га	100	21.08-5.08	15	Т-150	ЗБТ-06 СТ-21	1	–	14,58	1	12	0,93	4811	36,40	5,10
8	Перевезення рідких азотних добрив	т	40	1.09-10.09	10	Т-150К	РХТ-8	1	–	14	1	1	9,51	1730,8	12,74	18,57
9	Культивація з внесенням добрив	га	100	1.09-10.09	10	Т-70С	ЮСМЖ-5,4 ПОУ	3	–	2,8	3	3	3,5	1820	187,20	26,53
10	Снегозапирювання	га	100	1.01-11.01	10	Т-150К	СВУ-2,6 СТ-21 БЗСС-1,0	1	–	6	1	1	4,10	2132	88,40	12,38
11	Ранньодосівання розпушування ґрунту	га	100	4.04-6.04	2	Т-150	СТ-16 ШБ-2,5	5	–	6,9	5	21	100	520	72,80	10,76
12	Вирівнювання ґрунту	га	100	5.04-7.04	2	Т-150	СТ-16 ШБ-2,5	5	–	6,9	5	21	100	520	72,80	10,76
13	Перевезення води	т	30	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ВР-3	2	–	2,6	2	2	0,60	78	50,70	7,23
14	Перевезення герцидів	т	0,5	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ЗЖВ-18	1	–	12	1	1	0,62	322,4	0,16	0,02
15	Підготовка робочого розчину герцидів	т	30	5.04-8.04	3	МТЗ-80	АПР "Темп"	1	3	8,18	1	1	2,0	260	65,00	2,65
16	Передпосівний обробіток з внесенням герцидів	га	550	5.04-8.04	3	Т-150	ПОУ СТ-21 БЗСС-1,0	3	–	8,5	3	63	130	676	62,40	10,1
17	Надбання мінеральних добрив	т	20,8	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ПЗ-0,85	1	–	60	1	1	0,20	18,72	1,87	0,22
18	Перевезення мінеральних добрив	т	20,8	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ЗПТС-4	1	–	4	1	1	100	93,60	23,40	3,34
19	Передпосівна культивування	га	100	5.04-8.04	3	МТЗ-80	ЮСМЖ-5,4	6	–	2	6	6	2,50	1300	260	37,14
20	Передпосівне каткування	га	100	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	СТ-11 ЗЖВ-14	3	–	3,5	3	9	14	728	150,8	81,22
21	Перевезення посівного матеріалу	т	10	5.04-8.04	3	ГАЗ-53Б	–	1	–	8,57	–	–	–	–	0,50	0,03
22	Задбання сівалок	га	100	5.04-8.04	3	вручну	–	–	12	1	–	–	–	–	6240	37,14
23	Сівба	га	100	5.04-8.04	3	Т-70С	УПС-12	7	–	1,7	7	7	2,9	1580	312,0	43,7
24	Суцільне досходове розпушування ґрунту	га	100	12.04-15.04	3	Т-70С	СТ-11 ЗОР-0,7	5	–	5	25	25	0,80	4,16	104,00	14,85
25	Перевезення пестицидів	т	20	20.04-23.04	3	МТЗ-80	ЗПТС-4	1	–	6,5	1	1	100	78	11,70	2
26	Перевезення води	т	35	20.04-23.04	3	МТЗ-80	ЗЖВ-18	3	–	3,15	3	3	100	156	49,92	8,25
27	Підготовка робочого розчину пестицидів	т	35	20.04-23.04	3	ЮМЗ-6	АПР "Темп"	1	3	8,17	1	1	2,00	312	78,00	3,18
28	Суцільне обприскування посівів	га	100	20.04-23.04	3	Т-70С	ОН-400-3	4	–	7,64	42,2	414,4	2,267,6	1144,114	67,6	11,4
29	Боронування після появи сходів	га	100	23.04-26.04	4	Т-70С	СТ-11 ЗОР-0,7	5	–	5	5	25	0,80	4,16	104,00	14,58
30	Внесення робочого розчину бетанола	га	100	4.05-8.05	4	Т-70С	ОН-400-3	3	–	7,6	3	3	2,20	114,4	67,6	11,4
31	Перше міжрядне розпушування	га	100	9.05-19.05	10	Т70-С	ЮСМЖ-5,4	7	–	1,5	7	7	6,25	3380	34,84	79,52
32	Прорідження	га	100	19.05-29.05	10	Т-70С	ЮСМЖ-5,4	4	–	0,86	4	4	2,5	1300	603,2	86,38
33	Підвезення аміачної води	т	100	25.05-5.06	10	ЮМЗ-6	ЗЖВ-18	1	–	12,7	1	1	0,30	54	14,4	6,1
34	Друге міжрядне розпушування	га	100	25.05-5.06	10	Т-70С	ПОУ ЮСМЖ-5,4	4	–	2	4	4	2,5	1300	260	37,14
35	Надбання мінеральних добрив	т	35	5.06-10.06	5	ЮМЗ-6	ПЗ-0,85	1	–	60	1	1	0,20	31,2	2,59	0,37
36	Задбання добрив у культиватор	га	100	5.06-10.06	5	вручну	–	–	15	1	–	–	–	–	7800	37,14
37	Міжрядне розпушування з підбилюванням	га	100	5.06-10.06	5	Т70-С	ЮСМЖ-5,4	4	–	4	4	4	2,5	1300	260	74,28
38	Розпушування міжряд перед збиранням	га	100	10.08-20.08	10	Т70-С	ЮСМЖ-5,4	4	–	2	4	4	2,5	1300	260	37,14
39	Збирання гички	га	100	30.09-16.10	15	МТЗ-80	БМ-66	5	–	1,72	1	1	10,28	1028	24,5	11,4
40	Перевезення гички	т	85	30.09-16.10	15	ЮМЗ-6	ЗПТС-4	7	–	7	7	7	0,2	1872	1310,4	191,02
41	Транзитування та розрівнювання	т	85	30.09-16.10	15	Т-150	–	2	–	20	2	2	0,80	74,88	16,8	36,86
42	Збирання коренеплодів	га	100	30.09-16.10	15	РКС-6	–	3	3	16	–	3	15,6	8,122	650	46,4
43	Надбання коренеплодів	т	3700	30.09-16.10	15	–	СПС-4,2	9	–	8,6	9	9	0,50	7904	1896,9	262,6
44	Перевезення коренеплодів	т	3700	6.10-20.10	15	МТЗ-80	ЗПТС-4	2	5	42,9	2	2	0,18	284,5	2211	52,6
Всього														7974,743	71821,8	

Рис. 2.1. Технологічна карта (базова) на вирощування цукрових буряків.

прикочують котками ЗКШ-6А, який агрегується з трактором ДТ-75. Через п'ять днів після завершення коткування проводять досходове боронування агрегатом, який складається з трактора ДТ-75, зчіпки СТ-21 та борін ЗБСС-1,0.

При догляді за посівами виконують дві міжрядні культивуації просапним культиватором КРН-4,2, який агрегується з трактором МТЗ-80.

Удобрєння. Технологічною картою передбачено внесення, як основної дози добрив, так і підживлення. Обов'язковим є внесення гною. Для цього використовують розкидач РОУ-6, який працює з трактором МТЗ-82. Мінеральні добрива під оранку вносять розкидачем 1РМГ-4 який працює з трактором МТЗ-80. Навантаження, як органічних так і мінеральних добрив здійснюють фронтальним навантажувачом ПЕ-0,8Б, встановленим на тракторі ЮМЗ-6.

Агрономічна служба господарства відслідковує стан посівів і за необхідності одночасно з міжрядними розпушуваннями вищевказаними агрегатами може проводитись підживлення посівів.

Сівба. Сівба проводиться 5 по 8 квітня сівалкою УПС-12, яка працює з трактором Т-70С. Одночасно з сівбою вноситься стартова доза добрив.

Захист рослин. Захист рослин передбачає знищення бур'янів, шкідників і хвороб. Для цього використовують різні групи пестицидів. Обробку здійснюють обприскувачами ОН-400-3 та ПОУ. При цьому задіяний трактор Т-70С.

Збирання урожаю. Збирання урожаю здійснюють в два етапи. Спершу збирають гичку машиною БМ-6Б, а потім коренеплоди комбайном РКС-6. Навантажують коренеплоди машиною СПС-4,2.

Для транспортних робіт використовують вантажні автомобілі, тракторні причеи 2ПТС-4 та трактори ЮМЗ-6.

2.1.3. Обґрунтування вибору орного агрегату.

Використання орного агрегату на основі плуга ПЛН 3-35 та трактора є помилковим з декількох причин:

- по-перше, низька продуктивність;
- по-друге, заявлена глибина оранки не відповідає біологічним вимогам цукрових буряків.

На основі проведеного критичного аналізу, на усунення виявлених недоліків, пропонується на даній операції використати орний агрегат, який складається з трактора К-701 та плуга ПНЯ 6-42.

2.2. Операційна технологія виконання оранки.

2.2.1. Умови роботи.

Наведемо основні умови для розрахунку операційної карти на оранку:

- площа поля – 75 га;
- довжина загінки - 700 м;
- кут нахилу схилу поля - $\alpha = 1,5^\circ$;
- питомий опір ґрунту - $\kappa = 5,3 \cdot 10^4 \text{ Н / м}^2$;
- глибина оранки - $a = 0,35 \text{ м}$
- ширина захвату корпусу нижнього ярусу - $b = 0,42 \text{ м}$
- ширина захвату агрегату - $B = n \cdot b = 6 \cdot 0,42 = 2,52 \text{ м}$

2.2.2. Розрахунок орного агрегату.

Розрахунок проектного варіанту ведеться відповідно до рекомендацій [3].

Завод-виробник плуга визначає його робочу швидкість в інтервалах 7... 9 км/год. Технічні можливості трактора дозволяють йому працювати на першій або другій передачах.

Для взятих передач визначаємо тягове зусилля трактора з урахуванням умов [3]:

$$P_{\text{зак}} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}}}{n_{\text{дв}} \cdot r_0} - G_{\text{мп}}(f + i), \text{кН} \quad (2.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна трактора ($N_e = 199 \text{ кВт}$);

$i_{\text{мп}}$ – передаточне число трансмісії ($i_{\text{мп}1} = 73,0$; $i_{\text{мп}2} = 50,3$);

$\eta_{\text{мп}}$ – механічний ККД трансмісії ($\eta_{\text{мп}} = 0,91$);

$n_{\text{дв}}$ – номінальна частота обертання колінчастого валу ($n_{\text{дв}} = 1900 \text{ хв}^{-1}$);

r_0 – дотичний радіус ведучих коліс, м (із технічних даних $r = 0,85 \text{ м}$. Під дією ваги трактора шина просідає на 4...8 см, через що дотичний радіус складе ($r_0 = 0,8 \text{ м}$);

$G_{\text{мп}}$ – вага трактора, кН ($G_{\text{мп}} = 131 \text{ кН}$)

f – коефіцієнт опору коченню ($f = 0,17$);

i – величина нахилу схилу поля ($i = 0,015$)

Тоді

$$P_{\text{зак}}^I = \frac{10^4 \cdot 199 \cdot 73 \cdot 0,91}{1900 \cdot 0,8} - 131000(0,17 + 0,015) = 61426 \text{ Н} = 61,4 \text{ кН}$$

$$P_{\text{зак}}^{II} = \frac{10^4 \cdot 199 \cdot 50,3 \cdot 0,91}{1900 \cdot 0,8} - 131000(0,17 + 0,015) = 46295,3 \text{ Н} = 46,3 \text{ кН}$$

Теоретична швидкість на взятих передачах

$$V_m = 0,377 \frac{n_{\text{дв}} \cdot r_n}{i_{\text{мп}}}, \quad (2.2)$$

де r_n – номінальний радіус ведучих коліс, м ($r_n = 0,8\text{м}$)

Тоді

$$V_m^I = 0,377 \frac{1900 \cdot 0,8}{73,0} = 7,85 \text{ км / год}$$

$$V_m^{II} = 0,377 \frac{1900 \cdot 0,8}{60,3} = 9,5 \text{ км / год}$$

Робоча швидкість руху агрегату з урахуванням буксування

$$V_p = V_t \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.3)$$

де δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6...20\%$), приймаємо $\delta = 11\%$

Тоді

$$V_p^I = 8,75 \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 7,79 \text{ км / год}$$

$$V_p^{II} = 9,5 \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 8,46 \text{ км / год}$$

Очевидно, збільшення швидкості супроводжується збільшенням питомого опору. Дану величину визначаємо з виразу

$$K_o^v = K_o [1 + 0,006(V_p^2 - V_0^2)], \quad (2.4)$$

де K_o – питомий опір при швидкості 5 км/год ($K_o = 42 \text{ кН / м}^2$);

V_0 – швидкість руху агрегату ($V_0 = 5,0 \text{ км / год}$)

Тоді

$$K_o^I = 42[1 + 0,006(7,79^2 - 5,0^2)] = 50,1 \text{ кН / м}^2$$

$$K_o^{II} = 42[1 + 0,006(8,46^2 - 5,0^2)] = 53,7 \text{ кН / м}^2$$

Максимальна ширина захвату на 1 та 2 передачах

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{зак}}}{K_o^v \cdot a + R_i}, \quad (2.5)$$

де a – глибина оранки, м ($a = 0,33\text{м}$)

R_i – додатковий опір, який має місце при русі агрегату на підйом, кН / м

$$R_i = \frac{G_{\text{пл}}}{B_k} i, \quad (2.6)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату плуга, ($B_k = 2,52\text{м}$)

Тоді

$$R_i = \frac{19,2}{2,52} 0,015 = 0,11 \text{кН} / \text{м},$$

Тоді

$$B_{\max}^I = \frac{61,4}{50,1 \cdot 0,35 + 0,11} = 3,48 \text{м}$$

$$B_{\max}^{II} = \frac{46,3}{53,7 \cdot 0,35 + 0,11} = 2,62 \text{м}$$

Визначаємо кількість корпусів на плузі на 1 і 2 передачах

$$n_k = \frac{B_{\max}}{B_k}, \quad (2.7)$$

де B_k – ширина захвата одного корпусу ($B_k = 0,42 \text{м}$)

Тоді

$$n_k^I = \frac{3,48}{0,42} = 8,3 \text{ приймаємо } 8 \text{ корпусів}$$

$$n_k^{II} = \frac{2,62}{0,42} = 6,2 \text{ приймаємо } 6 \text{ корпусів}$$

Робочий опір плуга для призначеної ширини на 1 та 2 передачах

$$R_{\text{пл}}^v = (K_0 \cdot a + R_i) B_k \cdot n_k, \quad (2.8)$$

$$R_{\text{пл}}^I = (50,1 \cdot 0,35 + 0,11) 0,42 \cdot 8 = 59,3 \text{кН}$$

$$R_{\text{пл}}^{II} = (53,7 \cdot 0,35 + 0,11) 0,42 \cdot 6 = 41,6 \text{кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора

$$\eta_{m.3} = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{гак}}} \quad (2.9)$$

$$\eta_{m.3}^I = \frac{59,3}{61,4} = 0,96$$

$$\eta_{m.3}^{II} = \frac{41,6}{46,3} = 0,89$$

Так як при роботі на 2 передачі завантаження двигуна трактора є ефективним то подальші розрахунки ведемо для вибраної передачі.

Продуктивність проектного агрегату.

Змінна продуктивність агрегату [3]:

$$W_{zm} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{га} / \text{зм} \quad (2.10)$$

де V_p - робоча швидкість, $\text{км} / \text{год}$

T_p – робочий час зміни;

$$\text{де } T_{zm} = 7 \text{год} - \text{час зміни} \quad (2.11)$$

$\tau = 0,8$ – коефіцієнт використання часу зміни;

B_p – ширина захвату плуга, м;

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.12)$$

β – коефіцієнт використання ширини захвата агрегату, $\beta = 1,05 \dots 1,1$

Приймаємо $\beta = 1,05$

Тоді ширина захвата плуга

$$B_p = 0,42 \cdot 1,05 \cdot 6 = 2,64 \text{ м}$$

Тоді продуктивність проектного агрегату

$$W_{зм}^{np} = 0,12,648,465,6 = 12,5 \text{ га / зм}$$

Розрахунок витрат палива в кг/га визначаємо за формулою [3]

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (2.13)$$

де $Q_{зм}$ - витрата палива за зміну, кг;

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \text{ кг / год} \quad (2.14)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинна витрата палива за час робочих ходів, холостих і на зупинках з працюючим двигуном, кг / год ;

T_p, t_x, t_z – відповідно затрачений час на робочі і холості ходи та на зупинки з працюючим двигуном.

Для наших розрахунків приймаємо $t_x = t_z$

Тоді

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год} \quad (2.15)$$

Витрат палива на вибраних режимах роботи

$$Q_p, Q_x, Q_z$$

$$Q_p = 42,0 \text{ кг / год}, Q_x = 24,0 \text{ кг / год}, Q_z = 4,0 \text{ кг / год}$$

Змінні витрати палива

$$Q_{зм}^{np} = 42,0 \cdot 5,6 + 24,0 \cdot 0,7 + 4,0 \cdot 0,7 = 254,8 \text{ кг / зм}$$

Тоді, погектарні витрати

$$Q_{га}^{np} = \frac{254,8}{12,5} = 20,4 \text{ кг / га}$$

Визначимо продуктивність та витрати пального для базового агрегату

Згідно технічної характеристики плуг ПЛН 3-35 якісно працює в межах швидкостей 7...9 км/год.

Для четвертої передачі теоретична швидкість трактора МТЗ-80, який працює з плугом ПЛН 3-35 складає $V_m^{IV} = 8,9 \text{ км/год}$

Тоді з урахуванням буксування маємо

$$V_p^{IV} = 8,9 \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 7,92 \text{ км/год}$$

Тоді, продуктивність базового агрегату

$$W_{zm}^{\phi} = 0,11,05 \cdot 7,92 \cdot 5,6 = 4,66 \text{ га/зм}$$

Призначаємо величини витрат палива на вибраних режимах роботи для базового варіанту

$$Q_p, Q_x, Q_z$$

$$Q_p = 15,6 \text{ кг/год}, Q_x = 9,7 \text{ кг/год}, Q_z = 2,0 \text{ кг/год}$$

Тоді

- змінні витрати пального

$$Q_{zm}^{\phi} = 15,6 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 2,0 \cdot 0,7 = 95,6 \text{ кг/га}$$

- витрати пального на гектар

$$Q_{га}^{\phi} = \frac{15,6 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 2,0 \cdot 0,7}{3,99} = 23,96 \text{ кг/га}$$

Таким чином, техніко економічні показники проектного агрегату значно кращі базового.

Можна бачити, що продуктивність запропонованого агрегату на 7,84 га/зм вища, а питомі витрати пального менші на 3,56 кг/га, що вказує на доцільність даної заміни.

2.2.3. Розрахунок операційно карти на оранку.

Показники організації процесу.

Визначаємо тривалість циклу T_{η} . Він складається з двох робочих і двох холостих заходів [3].

Оптимальна ширина заїмки для запропонованого агрегату

$$C_{opt} = \sqrt{2(L \cdot B_p + 8R_{\min}^2)} \quad (2.16)$$

де $R_{\min} = 7 \cdot B = 7 \cdot 2,52 = 17,6 \text{ м}$ - мінімальний радіус повороту

Тоді

$$C_{omm} = \sqrt{2(700 \cdot 2,52 + 8 \cdot 17,6^2)} = 92 \text{ м}$$

Визначаємо кількість загінок з виразу

Визначимо кількість загінок

$$n_3 = \frac{F \cdot 10^4}{L \cdot C_{omm}} = \frac{75 \cdot 10^4}{700 \cdot 92} = 11,6 \quad (2.17)$$

приймаємо 1 загінок

Визначаємо ширину поворотної смуги

$$E = 3 \cdot R_{\min} + l_a \quad (2.18)$$

де $l_a = 2,53 \text{ м}$ - кінематична довжина агрегату.

Тоді

$$E = 3 \cdot 17,6 + 2,53 = 55,3 \text{ м}$$

Показник організації виконання операції.

Тривалість одного циклу

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n \quad (2.19)$$

де t_n - час повороту в кінці загінки, хв, ($t_n = 1,5 \dots 3 \text{ хв}$);

L_p - довжина одного робочого ходу.

Довжину одного робочого ходу

$$L_p = L - 2 \cdot E = 700 - 2 \cdot 55,3 = 589,4 \text{ м} \quad (2.20)$$

Тоді

$$T_u = \frac{12 \cdot 589,4}{10^2 \cdot 8,46} + 2 \cdot 1,5 = 11,4 \text{ хв} \approx 0,19 \text{ год}$$

По значенню тривалості циклу T_u можна визначити напрацювання за цикл, за яким моніторять змінний виробітку.

Технологічний допуск тривалості циклу ΔU визначається по ступеню нерівномірності часу циклу. Ступінь нерівномірності тривалості циклу δ_u залежить від складності і умов виконання процесу та інших особливостей.

Розрахунковий допуск тривалості циклу

$$\Delta U = \pm T_u \frac{\delta_u}{2} \quad (2.21)$$

де $\delta_u = 0,15$ - ступінь нерівномірності тривалості циклу;

Тоді,

$$\Delta I = \pm 11,4 \frac{0,15}{2} = 0,86 \text{ хв}$$

Технічна продуктивність за цикл:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau \quad (2.22)$$

Значення всіх складових даного виразу беремо з попередніх розрахунків.

Тоді

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau = 0,1 \cdot 2,52 \cdot 8,46 \cdot 0,19 \cdot 0,8 = 0,32 \text{ га / ц}$$

Розрахунковий погодинний виробіток

$$W_{\text{г}} = 60 \frac{W_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}} = 60 \frac{0,32}{11,4} = 1,68 \text{ га / год} \quad (2.23)$$

Визначимо кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} = \frac{12,5}{0,32} = 39,0 \text{ ц / зм}$$

2.2.4. Підготовка поля до роботи.

Агроном чи керівник господарства оцінюють стан поля після двослідового лущення. Далі розбивають поле на загінки з розрахунковими параметрами. Розмічають поворотні смуги.

2.2.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Спосіб руху агрегату - петльовий комбінований. Агроном встановлює черговість загінок для оранки всклад та врозгін.

2.2.6. Контроль якості роботи.

Контроль якості оранки оцінюється відповідно агротехнічних вимог.

Отримані розрахунки та положення заносяться до операційної карти, яка передається механізатору для користування.

3. Наукова частина

3.1. Мета і задачі досліджень.

Метою магістерської роботи є удосконалення технології основного обробітку ґрунту при вирощуванні цукрових буряків.

Відповідно до поставленої мети сформульовані наступні задачі досліджень:

- проаналізувати існуючі технології основного обробітку та конструкції плугів закордонного і вітчизняного виробництва для глибокої оранки;
- обґрунтувати залежність енергетичної характеристики плуга від робочої швидкості та властивостей ґрунту.

Об'єкт дослідження – процес глибокої ярусної оранки під цукрові буряки.

Предмет дослідження – енергетична характеристика та параметри робочих органів ярусного плуга.

Наукова новизна:

- теоретично обґрунтовано залежність енергетичної характеристики плуга від властивостей ґрунту та робочої швидкості.

3.2. Аналіз конструкцій плугів аналогічного призначення.

Виробники сільськогосподарської техніки України активно конкурують на ринку плугів. Вони пропонують машини, як минулих розробок так і сучасні конструкції.

Найбільш активно просувають свою продукцію ТОВ «Завод «Оптікон»», ТОВ «Велес-Агро», ТОВ «Завод «Полігон»», ТОВ «Алекс-Агро», ПАТ «Агрореммаш», ПРАТ «Уманьферммаш» тощо. Дані підприємства випускають плуги, як для загінної оранки так і оборотні плуги різних способів агрегування [11].

Розглянемо деякі конструкції багатокорпусних плугів, які за основними технічними характеристиками співставні з плугом представленим до удосконалення.

ТОВ «Завод «Оптікон»» в основному виготовляє оборотні плуги загального призначення з різною кількістю корпусів, начіпні та напівначіпні. Плуги оснащені п'ятьма корпусами і більше виготовляються в напівначіпному варіанті. До таких відноситься шестикорпусний плуг «Мастер А6» (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Шестикорпусний оборотний плуг «Мастер А6» ТОВ «Завод «Оптікон»».

Корпуси даного плуга комплектують суцільною або пластинчастою полицею з гвинтовою робочою поверхнею, як у більшості плугів закордонного виробництва. На нашу думку, гвинтова полиця це не найкращий варіант для важких ґрунтів Кіровоградщини, які потрібно розпушити під час оранки, а не активно обертати. Краще в даному випадку використати культурну полицю.

Плуг забезпечує робочу швидкість до 10 км/год, глибину оранки до 30 см. Слід зазначити, що це номінальне значення глибини, тому що на реальне значення дуже впливатимуть властивості ґрунту. Агрегується з тракторами класу 50 кН і більше.

ТОВ «Велес-Агро» також пропонує, як оборотні так і плуги виконані за класичною схемою. Один з таких є п'ятикорпусний начіпний плуг PNVB 5-40 (рис. 3.2) з можливістю чотириступінчастого (330/380/440/500 мм) регулюванням ширини захвату корпусів.

Особливістю його є те, що він може забезпечити глибину оранки до 35 см під просапні культури. Він є явним конкурентом заявленого нами плуга. Але наявність п'яти корпусів робить його менш продуктивним, та й перемішування ґрунту буде гіршим.



Рис. 3.2. П'ятикорпусний начіпний плуг PNVB 5-40 ТОВ «Велес-Агро».

Регламентована робоча швидкість 7-10 км/год. Максимальна регулюємо ширина захвату плуга 2,5 м. Агрегатується з тракторами класу 50 кН.

Ще один виробник вітчизняної ґрунтообробної техніки ПрАТ «Уманьферммаш» виготовляє плуг оборотний начіпний ПОН-5/4А (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Плуг оборотний начіпний ПОН-5/4А ПрАТ «Уманьферммаш».

Дана машина може працювати на глину до 30 см. Конструкція плуга також дозволяє ступінчасто регулювати ширину захвату корпусів в межах 32, 36 та 40 см. Робоча швидкість складає 4-8 км/год, що гірше від конкурентів. Це можна пояснити тим, що завод декларує засіб агрегування – трактор класу 30 кН (Т-150К). Відповідно і продуктивність орного агрегату буде низькою. Та й глибина оранки викликає запитання.

На ринку України можна бачити багато пропозицій закордонних виробників плугів аналогічного призначення. Найбільш широко представлені

моделі світових лідерів по виробництву ґрунтообробної техніки: Lemken, Kuhn Kverneland, Rabe, Vogel & Noot тощо [11].

Найбільш активно пропонує ґрунтообробну техніку німецька фірма Lemken. Вона виготовляє цілу лінійку сучасних плугів різного призначення та з різною кількістю корпусів. В більшості випадків це оборотні плуги.. Заслуговує на увагу на шестикорпусний оборотний плуг з серії EurOpal 8 (рис. 3.4). Він оснащений корпусами з пластинчастими полицями за рахунок чого його маса в порівнянні з аналогічними є меншою приблизно на 10%, та, що особливо важливо – він менш енергоємний. Дана конструкція полиці сприяє кращому розпушуванню ґрунту під час оранки. Завдяки регулюємій ширині захвату, яка може коливатися від 1,8 до 3,0 метрів можна добиватися максимальної продуктивності. Такий великий діапазон регулювань особливо важливий для легких ґрунтів.



Рис. 3.4. Загальний вигляд плуга Lemken EurOpal 8.

На наших полях також присутні плуги відомого французького бренда – Kuhn (рис. 3.5). Плуги можуть мати від трьох до дванадцяти корпусів. Передплужники можна регулювати в трьох напрямках, На раму можна встановлювати змінні корпуси різної ширини захвату. Корпуси плуга захищені гідравлічними запобіжними пристроями.



Рис. 3.5. Загальний вигляд плуга Vari-Master 182

Одні із самих надійних плугів, які можна зустріти на полях України є норвезькі плуги Kverneland. Представником сімейства таких плугів є оборотний шестикорпусний плуг Kverneland RS 100 (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Загальний вигляд плуга Kverneland RS 100

Плуг оснащено автоматичною системою захисту стояків корпусів від зламу при зустрічі з перешкодами. Конструкція машини дає можливість регулювати ширину захвату плуга, що напряду впливає на його продуктивність.

В Україну найчастіше поставляють плуги, які мають від 5 до 8 корпусів.

Аналіз стану виробництва плугів для глибокої оранки у світі та в Україні дає можливість зробити наступні висновки. Промисловці схиляються до виробництва оборотних плугів. Незважаючи на складність конструкції вони є більш технологічними в плані виконання оранки, так як забезпечують гладку оранку. Крім того, скорочуються технологічні переїзди, а як результат – зменшуються витрати палива. Залишається один суттєвий недолік, який обмежує поширення цих плугів – висока вартість.

Ще один важливий позитив плугів закордонного виробництва. Більшість з них, за деклараціями виробників, забезпечують глибину оранки до 35 см. Але з огляду на те, що їх корпуси здебільшого укомплектовані напівгвинтовими або циліндричними полицями можна говорити, що дану глибину можна забезпечити на легких ґрунтах Європи.

Таким чином, на наш погляд, все-таки доцільніше було впровадити у виробництво вітчизняний, адаптований для наших умов роботи двоярусний плуг ПНЯ 6-42. Використання його в технології вирощування цукрових буряків дозволить підвищити урожайність даної культури.

3.3. Обґрунтування залежності тягового опору плуга від властивостей ґрунту та робочої швидкості агрегату.

Тяговий опір - основна енергетична характеристика плуга. Від значення його величини залежить правильність складання орного агрегату і, відповідно, всі його техніко-економічні показники. Стосовно плугів, то їх тяговий опір можна визначити скориставшись раціональною формулою академіка В.П. Горячкіна [7,8,9,10] для багатокорпусного плуга:

$$P_2 = f \cdot G + n \cdot (k \cdot a \cdot b + \varepsilon \cdot a \cdot b \cdot v^2) \quad (3.1)$$

де f - коефіцієнт пропорційності, аналогічний коефіцієнту тертя [7,8,9,10];

G - сила ваги плуга, Н;

n - кількість корпусів плуга;

k - питомий опір ґрунту, Н/м² [7,8,9,10];

ε - коефіцієнт, який залежить від властивостей ґрунту та параметрів корпусу плуга, с²/м⁴ [7,8,9,10];

v - робоча швидкість орного агрегату, м/с.

При проведенні теоретичних досліджень скористаємося даними викладеними в технологічній частині. Наведемо їх результати у вигляді матриці цифрових значень(табл. 3.1) та графічної моделі (рис. 3.7).

За результатами розрахунків отримали матрицю значень та графічні залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунту k та робочої швидкості v .

Таблиця 3.1

Матриця значень залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунту та робочої швидкості агрегату.

$\begin{matrix} k \\ v \end{matrix}$	2	4	6	8	10
6	23251,2	40891,2	58531,2	76171,2	93811,2
7	24534,6	42174,6	59814,2	77454,6	95094,6
8	26095,8	43735,8	61375,8	79015,8	96655,8
9	27828,6	45468,6	63108,6	80748,6	98388,6
10	29787,0	47427,0	65067,0	82707,0	100347,0

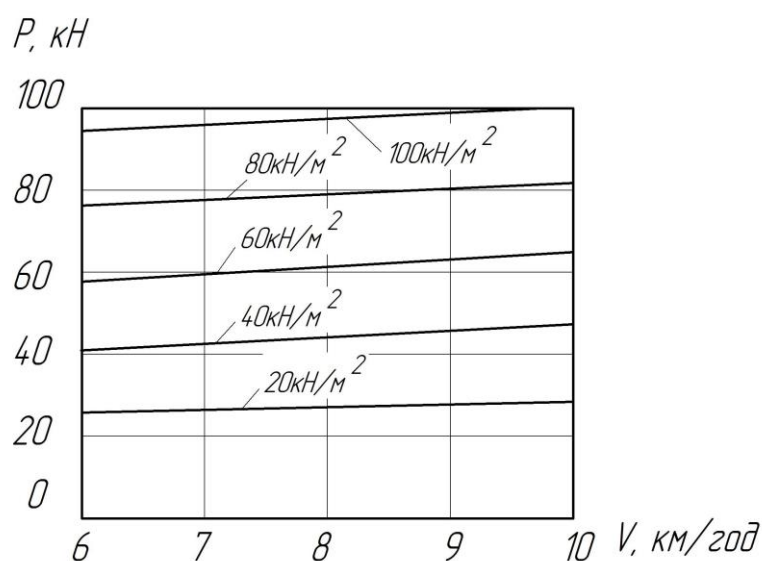


Рис. 3.7. Графічні залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунту та робочої швидкості агрегату.

Аналіз наведених графічних залежностей вказує на те, що тяговий опір плуга в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту. Також слід зазначити, що проведені теоретичні дослідження вказують на те, що запропонований в технологічній частині ґрунтообробний агрегат може працювати на глибину 35 см лише на середніх ґрунтах.

3.4. Технологічні розрахунки.

Для якісної роботи плуга на отриманій за результатами розрахунків в технологічній частині робочій швидкості модернізуємо корпус нижнього ярусу шляхом розробки нової лемішно-полицевої поверхні.

3.4.1. Розрахунок робочої поверхні корпусу нижнього ярусу

Вихідні дані для проведення розрахунків:

- глибина оранки – $a = 35\text{см}$;
- ширина захвату корпусу – $b = 42\text{см}$
- кут установки леза лемеша до стінки борозни - $\gamma_0 = 42^\circ$;
- мінімальний кут установки твірної до стінки борозни - $\gamma_{\min} = 38^\circ$;
- максимальний кут установки твірної до стінки борозни - $\gamma_{\max} = 45^\circ$;
- кут нахилу лемеша до дна борозни - $\varepsilon = 27^\circ$;
- ширина лемішної сталі – $t = 127\text{мм}$;
- тип робочої поверхні – культурний.

Визначаємо відношення ширини захвату корпусу плуга до глибини оранки [7,8,9,10]:

$$K = \frac{b}{a} = \frac{42}{35} = 1,2 \quad (3.2)$$

Проекція леза лемеша на поперечно-вертикальну площину

$$b_{\kappa} = \Delta b + b = 42 + 2,5 = 44,5\text{см} \quad (3.3)$$

де $\Delta b = 2...3\text{см}$ – величина перекриття корпусів;

Визначаємо висоту розміщення найвищої точки верхнього обрізу $H_{\max}$.

$$H_{\max} = \sqrt{a^2 + b^2} \pm \Delta H \quad (3.4)$$

де $\Delta H = 0,0...2,0\text{см}$ – для робочої поверхні при $a \geq 16\text{см}$ приймається з від'ємним значенням

Тоді:

$$H_{\max} = \sqrt{35^2 + 42^2} = \sqrt{1225 + 1764} \approx 55\text{см}.$$

Визначаємо радіус направляючої кривої

$$R_{\min} \leq R \leq R_{\max}$$

$$R_{\min} = \frac{b}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \cos \gamma_0} = \frac{42}{(1,57 - 0,47) \cos 42} = 49,8\text{см} \quad (3.5)$$

$$R_{\max} = \frac{b\sqrt{K^2 - 1}}{K^2(\cos \varepsilon - \cos \theta)} \quad (3.6)$$

де кут θ визначається рівнянням:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sqrt{K^2 - 1}}{\cos \gamma_0} = \frac{\sqrt{1,2^2 - 1}}{\cos 42^\circ} = 0,865 \quad (3.7)$$

$$\text{Тоді } \theta = \operatorname{arctg} \theta = \operatorname{arctg} 0,865 = 40^\circ 54'$$

Тоді:

$$R_{\max} = \frac{42\sqrt{1,14^2 - 1}}{1,2^2(\cos 25^\circ - \cos 40^\circ 54')} = 143 \text{ см}$$

При проектуванні полиць корпусів радіус кола беруть в межах

$$R_{\min} \leq R \leq R_{\max}.$$

Приймаємо $R = 55 \text{ см}$.

Для кращого обертання скиби дуга збільшується на кут $\Delta \varepsilon$; $\Delta \varepsilon = 5^\circ \dots 8^\circ$.

Ширина плоскої частини леміша.

При $a = 18 \dots 25 \text{ см}$ – $S = 50 \text{ мм}$; а ф 25 см – $S = 50 \text{ мм}$.

Будуємо направляючу криву.

Визначаємо виліт направляючої кривої L і висоту h :

$$L \geq R(1 + \sin \varepsilon_0) \geq 55(1 + \sin 27^\circ) \approx 32 \text{ см} \quad (3.8)$$

$$h \geq R \cdot \cos \varepsilon_0 \geq 55 \cdot \cos 27^\circ \approx 50 \text{ см} \quad (3.9)$$

Визначаємо проміжки значення кута γ_0 .

Для культурної робочої поверхні закономірність зміни різниці кутів $\gamma - \gamma_{\min} = \Delta \gamma = f(z)$. Визначається виразом [7,8,9,10]:

$$y = \frac{6,2 \cdot x^2}{x^2 + 100} \quad (3.10)$$

тут координати $x = z - z_1$ і $y = \gamma - \gamma_{\min}$ відносно вершини параболи (b) (рис. 3.8).

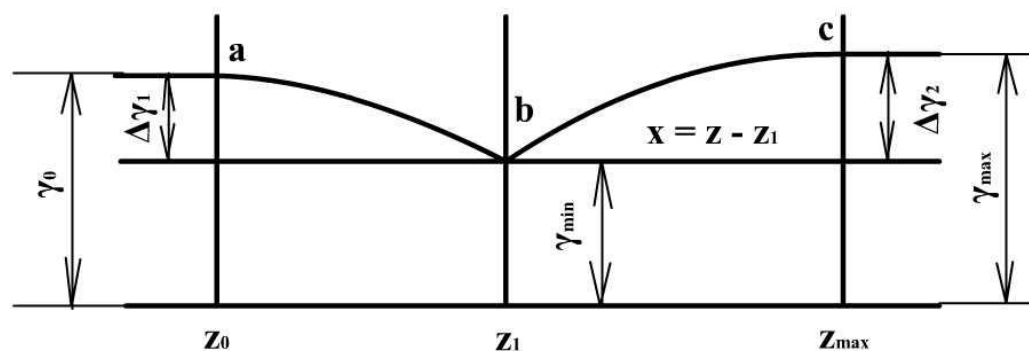


Рис. 3.8. Закономірність зміни кутів γ

Для вітки ab значення $x = z - z_1$ буде від'ємним.

Значення $x_0 = z_0 - z_1 = 0 - z_1 = -z_1 = -7,5\text{см}$ – відповідає дну борозни.

Значення $x_{\max} = z_{\max} - z_1 = H_{\max} - z_1 = 55 - 7,5 = 47,5\text{см}$ – дорівнює найвищому положенню твірної прямої.

Для визначення кута γ_0 , що відповідає значенню x , розрахуємо масштаб

- для вітки ab

$$\lambda_1 = \frac{\gamma_0 - \gamma_{\min}}{y_0} = \frac{42^0 - 38^0}{2,23} = 1,79\text{град} / \text{см} \quad (3.11)$$

$$y_0 = \frac{6,2 \cdot x_0^2}{x_0^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot (-7,5)^2}{(-7,5)^2 + 100} = 2,23\text{град} / \text{см} \quad (3.12)$$

- для вітки bc

$$\lambda_2 = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{y_{\max}} = \frac{45^0 - 38^0}{5,93} = 1,18\text{град} / \text{см} \quad (3.13)$$

$$y_{\max} = \frac{6,2 \cdot x_{\max}^2}{x_{\max}^2 + 100} = \frac{6,2 \cdot 47,5^2}{47,5^2 + 100} = 5,93\text{град} / \text{см} \quad (3.14)$$

Розраховавши γ знаходимо значення γ для твірної, розташованій на будь-якій висоті. Проміжні значення кутів γ для вітки ab занесемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2.

Проміжні значення кутів γ для вітки ab

$z, \text{см}$	0	2,5	5,0	7,5
$x = z - z_1, \text{см}$	-7,5	-5,0	-2,5	0
$y = \frac{6,2 \cdot x^2}{x^2 + 100}, \text{см}$	2,23	1,24	0,36	0
$\Delta\gamma^0 = \lambda_1 \cdot y$	2,0 ⁰	1,1 ⁰	0,32 ⁰	0,00 ⁰
Δy	2 ⁰ ,0'	1 ⁰ ,6'	0 ⁰¹ 9'	0 ⁰⁰ 0'
$\gamma^0 = \gamma_{\min}^0 + \Delta\gamma$	40 ⁰	39 ⁰ ,6'	38 ⁰ 19'	38 ⁰ 00'

Проміжні значення кутів γ для вітки bc в (табл. 3.3)

Таблиця 3.3.

Проміжні значення кутів γ для вітки bc

$z, \text{см}$	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5
$x = z - z_1, \text{см}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$y = \frac{6,2 \cdot x^2}{x^2 + 100} \text{см}$	0	1,24	3,1	4,29	4,96	5,34	5,5	5,73	5,83	6,00
$\Delta\gamma^0 = \lambda_1 \cdot y$	0,00 ⁰	1,46 ⁰	4,71 ⁰	6,52 ⁰	7,54 ⁰	8,12 ⁰	8,36	8,71 ⁰	8,86 ⁰	9,00 ⁰
Δy	0 ⁰ 00'	1 ⁰ 53'	4 ⁰ 43'	6 ⁰ 31'	7 ⁰ 32'	8 ⁰ 07'	8 ⁰ 22'	8 ⁰ 43'	8 ⁰ 52'	9 ⁰ 00'
$\gamma^0 = \gamma_{\min}^0 + \Delta\gamma$	39 ⁰ 00'	40 ⁰ 53'	43 ⁰ 43'	46 ⁰ 12'	46 ⁰ 32'	47 ⁰ 07'	47 ⁰ 22'	47 ⁰ 43'	47 ⁰ 52'	48 ⁰ 00'

Завершуємо побудову робочої поверхні.

3.4.2. Розрахунок сил, які діють на корпус плуга

Розрахунок сил, що діють на корпус плуга проведемо до відомої методики [7,8,9,10]. Для цього скористаємося розрахунковою схемою (рис. 3.9)

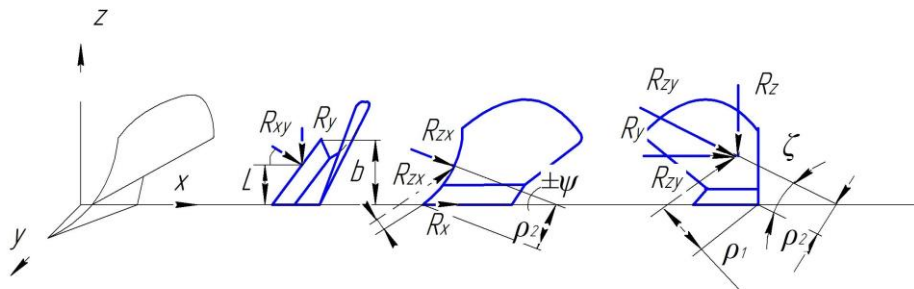


Рис. 3.9. Сили, які діють на корпус плуга

В горизонтальній площині на корпус діє сила R_{xy} . Вона утворює з напрямком руху кут $\delta = 15^\circ \dots 20^\circ$ (рис. 3.9).

Визначимо точка прикладення сили

$$\ell = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 0,42 = 0,168 \text{ м} \quad (3.15)$$

Визначаємо проекцію сили R_{xy} на вісь X :

$$R_x = \eta \cdot k \cdot a \cdot v, \quad (3.16)$$

де $\eta = 0,6 \dots 0,8$ - ККД плуга [7,8,9,10];

$k = 5,3 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ – питомий опір ґрунту;

$a = 0,35 \text{ см}$ – глибина оранки

Тоді

$$R_x = 0,75 \cdot 310^4 \cdot 0,35 \cdot 0,42 = 5454 \text{ Н}$$

$$\text{Реакція } R_y = \frac{R_x}{3} = \frac{5454}{3} = 1818 \text{ Н} \quad (3.17)$$

Сумарна реакція

$$R_{xy} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{5454^2 + 1818^2} = 5749 \text{ Н} \quad (3.18)$$

В вертикальній площині Z_{ox} на корпус діє сила R_{zx} . Вона утворює з напрямком руху кут ψ . величина кута ψ залежить від властивостей ґрунту, параметрів леза лемеша і глибини обробки і знаходиться в межах від $+18^0$ до -23^0 . Від'ємне значення кута ψ виникає під час робіт корпусу з тупими лезами лемішів. Він може досягати значення -23^0 при роботі на дуже важких ґрунтах [7,8,9,10].

Для ведення розрахунків приймаємо $\psi = \pm 12^0$.

Реакцію R_z визначимо з виразу

$$R_z = R_x \tan \psi = \pm 0,25454 = 1090,8H \quad (3.19)$$

Визначаємо відстань від носка лемеша до вектора сили R_x

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot a = \frac{0,35}{2} = 0,175m - \text{при додатному значенні кута } \psi;$$

$$\rho_2 = \frac{1}{3} \cdot a = \frac{0,35}{3} = 0,12m - \text{при від'ємному значенні кута } \psi;$$

В площині ZOY на корпус діє сила R_{zy} . Вона утворює з напрямком сили R_y кут ξ .

Тангенс даного кута

$$\tan \xi = \frac{tq\delta}{tq\psi} = \frac{tq \cdot 15^0}{tq \cdot 12^0} = \frac{0,2697}{0,2126} = 1,268 \quad (3.20)$$

Тому, кут ξ може мати як додатне, так і від'ємне значення. Значення сили R_{zy} дорівнює геометричній сумі сил R_z і R_y

$$R_{zy} = R_x \sqrt{tq^2 \delta + tq^2 \psi} = 5454 \sqrt{tq^2 15^0 + tq^2 12^0} = 2116H \quad (3.21)$$

Відстань ρ від носка леза лемеша до вектора R_{zx} дорівнює:

$$\rho_1 = \frac{1}{2} a = \frac{0,35}{2} = 0,175m - \text{при додатному значенні кута } \xi;$$

$$\rho_2 = \frac{3}{4} a = \frac{3 \cdot 0,35}{4} = 0,26m - \text{при від'ємному значенні кута } \xi.$$

3.5. Розрахунок на міцність деталей і вузлів плуга

3.5.1. Розрахунок на міцність стояка корпусу нижнього ярусу

В горизонтальній площині на корпус діє сила R_{xy} . Вона проходить через лезо лемішу на відстані $\ell = 0,4 \cdot b$ від польового обрізу (рис. 3.10) [7, 8] та утворює з ним кут

$$\eta = 90^0 - (\gamma_0 + \varphi) \quad (3.22)$$

де $\gamma_0 = 42^\circ$ - кут установки лемеша до стінки борозни;

$\varphi = 25^\circ$ - кут тертя ґрунту об сталь.

Тоді

$$\eta = 90^\circ - (42^\circ + 25^\circ) = 23^\circ$$

Небезпечним є переріз А-А (рис. 3.10.). Він розміщений на відстані Н від точки прикладання сил R_{zx}

$$H = h - \frac{a}{3} = 0,7 - \frac{0,35}{3} = 0,58\text{м} \quad (3.23)$$

де $h = 0,7\text{м}$ – довжина стояка

Стояк корпусу піддається косому згину. Тут сила R_{xy} діє під кутом $(\gamma_0 + \varphi)$ до головних осей інерції перерізу. Через це в небезпечному перерізі стояка (А-А) будуть діяти згинаючі моменти

$$M_x = R_{xy} \cdot \sin(\gamma_0 + \varphi) H \quad (3.24)$$

$$M_y = R_{xy} \cdot \cos(\gamma_0 + \varphi) \cdot H \quad (3.25)$$

Крутний момент від сили R_y

$$M_k = M_k = R_{xy} \cdot \cos(\gamma_0 + \varphi) \cdot \ell_y \quad (3.26)$$

де $\ell_y = 0,13\text{м}$ - відстань від точки перетину сили R_{xy} з віссю Х до точки перетину головних осей перерізу стояка.

Так як

$$R_{xy} \cdot \sin(\gamma_0 + \varphi) = R_x \quad (3.27)$$

$$R_{xy} \cdot \cos(\gamma_0 + \varphi) = R_y \quad (3.28)$$

То згинаючі моменти будуть дорівнювати

$$M_x = R_x \cdot H = 5454 \cdot 0,58 = 3163\text{Нм}$$

$$M_y = R_y \cdot H = 1818 \cdot 0,58 = 1054\text{Нм}$$

Крутний момент

$$M_k = R_y \cdot \ell_y = 1818 \cdot 0,13 = 236,3\text{Нм}$$

Тоді нормальні напруження від згинаючих моментів

$$\sigma_{Mx} = \frac{M_x \cdot y}{I_x} \quad (3.29)$$

$$\sigma_{My} = \frac{M_y \cdot x}{I_y} \quad (3.30)$$

де x і y – відстань найбільш віддалених точок перерізу від відповідних головних осей;

Конструктивно приймаємо діаметр стояка $D=0,07\text{ м}$.

Тоді $x=y=0,035\text{ м}$

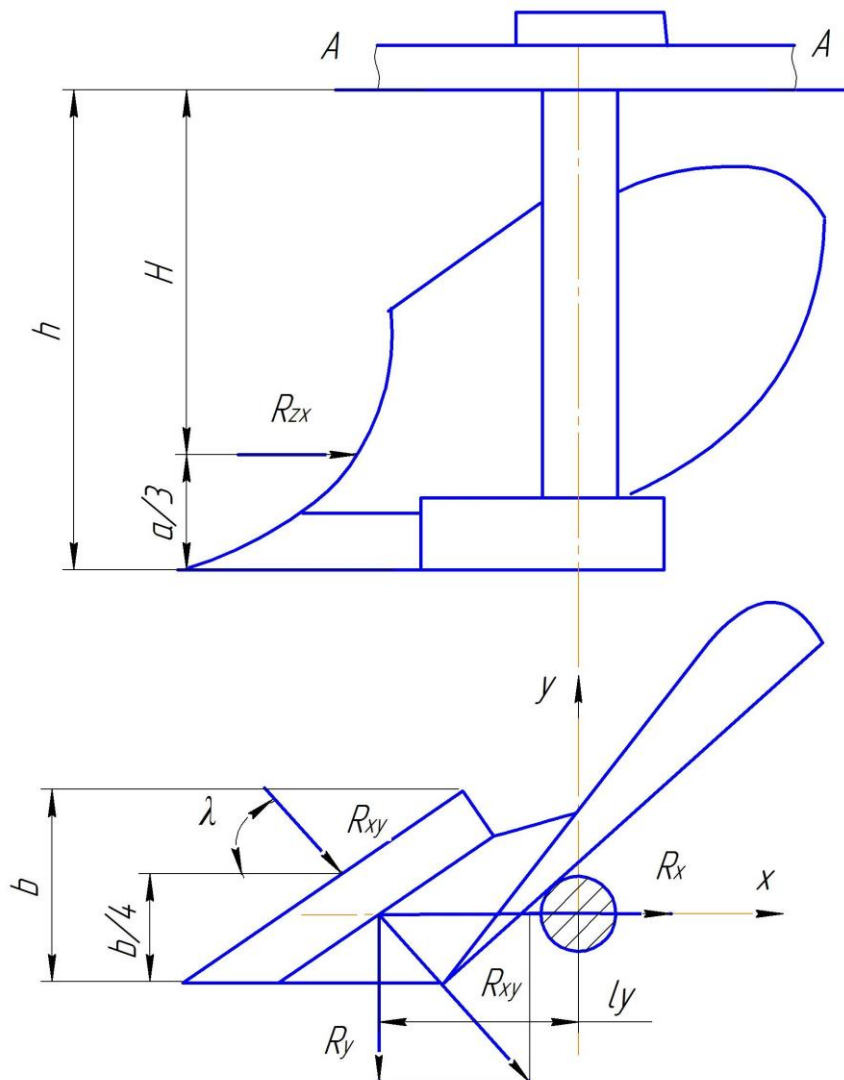


Рис. 3.10. Сили, що діють на стояк корпуса плуга нижнього ярусу

I_x, I_y - відповідні моменти інерції перерізу стояка відносно головних осей.

Тоді

$$I_x = I_y = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,07^4}{64} = 1,18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4 \quad (3.31)$$

Тоді

$$\sigma_{Mx} = \frac{3163 \cdot 0,035}{1,18 \cdot 10^{-6}} = 0,938 \cdot 10^8 \text{ Н / м}^2 = 93,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{My} = \frac{1054 \cdot 0,035}{1,18 \cdot 10^{-6}} = 0,312 \cdot 10^8 \text{ Н / м}^2 = 31,2 \text{ МПа}$$

Сумарні нормальні напруження

$$\sigma = \sigma_{M_k} + \sigma_{M_y} = 93,8 + 31,2 = 125 \text{ МПа} \quad (3.32)$$

Визначимо дотичні напруження

$$\tau = \frac{M_k}{W_k}, \quad (3.33)$$

де W_k – момент опору перерізу крученню;

$$W_k = 0,1 \cdot D^3 = 0,1 \cdot 0,07^3 = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Тоді

$$\tau = \frac{236,3}{3,4 \cdot 10^{-5}} = 7,0 \text{ МПа}$$

По третій теорії міцності можна визначити приведені напруження [6]

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{125,0^2 + 4 \cdot 7,0^2} = 128,8 \text{ МПа} \quad (3.34)$$

Призначаємо матеріал стояка сталь 40Х для якої $[\sigma_n] = 270 \text{ МПа}$

Тут $128,8 < 270$

Умова міцності виконується.

4. Охорона праці.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Під час роботи орним агрегатом можуть виникнути наступні небезпечні та шкідливі фактори, які негативно впливатимуть на роботу механізатора та інший персонал:

- шум та вібрації, від роботи двигуна трактора;
- високий рівень запиленості робочої зони;
- наявність гострих країв на конструктивних елементах трактора та плуга;
- виконання робіт з паливо-мастильними матеріалами;
- механізми та вузли, які обертаються і рухаються;
- перевертання агрегату при роботі на схилах, чи крутих поворотах;
- підвищена загазованість робочої зони;
- невідповідність параметрів мікроклімату в кабіні вимогам санітарних норм;
- недостатня освітленість робочої зони;
- -підвищена чи знижена температура поверхні обладнання;
- -розміщення робочого місця на значній висоті;
- -підвищена чи знижена вологість та рухомість повітря;
- підвищені концентрації пилу з вмістом піску;
- пожежонебезпека;
- фізичні перевантаження (статичні й динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

4.2. Заходи по створенню нормальних та нешкідливих умов праці при роботі на орному агрегаті.

Для усунення або зниження негативної дії зазначених небезпечних та шкідливих факторів нами пропонуються наступні заходи.

Регулювання чи обслуговування робочих органів плуга або механізмів трактора під час руху заборонено. Конструктивні елементи плуга не повинні обмежувати огляд з робочого місця механізатора робочої зони.

Для доступу механізатора в кабіну необхідно передбачити підніжки з рифленою поверхнею.

Плуг необхідно укомплектувати інструментом, який відсутній у комплектації трактора.

Для очищення робочих органів від налиплого ґрунту та рослинних решток використовувати спеціальні чистики. Конструкція плуга та зібраний агрегат повинні забезпечити вільний доступ до робочих органів.

В кабіні трактора необхідно забезпечити шумоізоляцію, щоб рівень шуму в ній не перевищував 85 дБА.

Потрібно забезпечити відповідне кольорове оформлення плуга. Кольоровий фон плуга повинен відрізнятися від основного фону поля. Поверхні трактора чи плуга на які механізатор звертає увагу повинні бути пофарбовані фарбою з матовою фактурою.

Параметри вібрації у вертикальному та горизонтальному напрямках: на сидінні та робочій площадці механізатора - відповідають вимогам санітарних норм. Робоче місце механізатора захищене від викидання ґрунту з-під коліс та робочих органів.

Рівень вібрації в кабіні повинен відповідати санітарним нормам. Якщо його показники виходять за межі допустимого необхідно перевірити стан гумових подушок на які встановлено кабінку. За необхідності їх замінити.

Від попадання в очі прямих сонячних променів необхідно користуватися сонцезахисними козирками [12].

Для своєчасного надання першої необхідної медичної допомоги агрегат необхідно укомплектувати медичною аптечкою. Крім того, в кабіні трактора обов'язково повинна бути ємність з водою. Агрегат необхідно укомплектувати засобами особистої гігієни.

Всі регульовальні роботи при підготовці плуга до роботи потрібно проводити на регульовальному майданчику, використовуючи при цьому захисні рукавички.

На виконання заходів пожежної безпеки агрегат необхідно укомплектувати вогнегасником ОП-5 та санітарною лопатою.

Таким чином, запропоновані заходи дадуть змогу зменшити ймовірність виникнення небезпечних та шкідливих факторів під час оранки.

5. Економічна частина

5.1. Економічне обґрунтування розробок по удосконаленню технології вирощування цукрових буряків.

Будь-які технології вирощування сільськогосподарських культур, техніко-економічні показники яких відповідають вимогам сучасності, будуть мати право на впровадження у виробництво. В даній роботі вирішувались питання удосконаленню технології вирощування цукрових буряків: технологічні, технічні та економічні. А саме, підняття на більш високий техніко-економічний рівень основного обробітку ґрунту.

В базовій технологічній карті передбачено використання на операції «оранка» ґрунтообробного агрегату, який складається з трактора МТЗ-80 та плуга ПЛН 3-35. Аналіз виконання операції, проведені технологічні розрахунки вказують на низьку його продуктивність, яка складає 4,66 га/зм та значні витрати пального на виконання операції - 95,6 кг за зміну. Витрати на гектар оранки складають 23,96 кг. Наведені розрахунки поставили під сумнів подальше використання даного агрегату.

На основі проведення попередніх пошуків, аналізу технологій вирощування цукрових буряків було запропоновано в удосконаленій технології на даній операції використати орний агрегат в складі трактора К-701 та двоярусного плуга ПНЯ 6-42. Робота даного агрегату повністю відповідає біологічним властивостям просапних культур, в тому числі і цукрових буряків.

Було виконано технологічні розрахунки, які показали, що продуктивність агрегату склала 12,5 гектар за зміну, що на 7,84 га більше ніж у базового.

Стосовно витрат пального, то вони склали 254,8 кг за зміну що на 159,2 кг більше ніж у базового. Даний показник вказує лише на загальні витрати і не вказує на низьку ефективність агрегату. Більш інформаційними є питомі (погектарні) витрати пального. Вони у проектного агрегату склали 20,4 кг/га, що на 3,56 кг менше ніж у базового агрегату. Якщо взяти до уваги, що середня вартість дизельного пального на автозаправних станціях складає 30 грн/кг, та за умови, що площа оранки складає 75 гектарів можна підрахувати економію на пального $75 \cdot 3,56 \cdot 30 = 8010 \text{ грн}$.

Таким чином, виходячи з вище викладеного, можна стверджувати, що запропоновані зміни в технологію вирощування цукрових буряків є економічно обґрунтованими.

6. Висновок.

За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Обґрунтовано використання в технології вирощування цукрових буряків замість базового орного агрегату в складі трактора МТЗ-80 та плуга ПЛН 3-35 агрегату, який складається з трактора К-701 та плуга ПНЯ 6-42. Впровадження у виробництво даного агрегату дасть змогу збільшити продуктивність на 7,84 га/зм, а також зменшити питомі витрати пального на 3,56 кг на одному гектарі оранки.

Підвищення якості виконання операції проектним агрегатом дозволить підвищити урожайність цукрових буряків на 10%.

2. Теоретично обґрунтовано вплив властивостей ґрунту та робочої швидкості агрегату на тяговий опір плуга. Встановлено, що тяговий опір плуга в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту.

3. Обґрунтовано заходи по удосконаленню конструкції корпусу нижнього ярусу. Спроековано робочу поверхню корпусу, адаптовану до розробленої операційної карти на оранку.

4. Проаналізовано небезпечні та шкідливі фактори, які можуть супроводжувати роботу орного агрегату та розроблено заходи, по їх усуненню.

5. Виконані технологічні розрахунки та теоретичні дослідження підтверджують технологічну та економічну ефективність запропонованих змін в технологію вирощування цукрових буряків.

Список використаної літератури.

1. Гильштейн П.М., Стародинский Д.З., Циммерман М.З. Почвообрабатывающие машины и агрегаты.- М.: Машиностроение, 1969.-191 с.
2. ДСТУ 2189-93 ССБП. Машины сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки.— К: Держспоживстандарт України, 1993.— 21 с.
3. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с.
4. Обработка почвы при интенсивном возделывании полевых культур – Г. Карвовский и др . – М.: Агропромиздат, 1988. – 248 с.
5. Основи агрономії: Навчальний посібник / Левицька Ю.М., Шевніков М.Я., Бакума А.В. – К.: Аграрна освіта, 2008.
6. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник.-К.: Вища шк., 1993.-556 с.
7. Проектування сільськогосподарських машин. Навчальний посібник для виконання курсових проектів з розробки сільськогосподарської техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін. / за редакцією І.М. Бендери, А.В. Рудя А.В., Я.В. Козія. –Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011.- 640 с.
8. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студент. вищ.навч. закл. із. спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001.-384 с.
9. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 4 –х томах. – М.: Машиностроение , 1967.
10. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственного машиностроения /Под редакцией Е.С.Босого – М.:Машиностроение, 1977–568 с

11. Традиційна система обробітку ґрунту. Новинки на ринку плугів // Пропозиція. - 2016. - № 2. - С. 148-151.

12. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: «Урожай», 1991. – 136 с.

13. Обсяги виробництва цукру в Україні за останні п'ять років скоротилися вдвічі. URL: https://ucab.ua/ua/pres_sluzhba/novosti/obsyagi_virobnitstva_tsukru_v_ukraini_za_ostanni_5_rokiv_skorotilisya_vdvichi/.

14. Цукрові буряки в сівозмінах. URL: https://pidru4niki.com/14001209/geografiya/tsukrovi_buryaki_sivozminah.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				Документація		
A1			ПНЯ 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
		1,3	ПНЯ 80.000	Колесо опорне	1	
		2,4	ПНЯ 40.100	Механізм регулювання	1	
A1		5	ПНЯ 10.000	Корпус нижнього ярусу	1	
		6	ПНЯ 50.000	Корпус верхнього ярусу	1	
		7	ПНЯ 60.000	Світлоповертач	1	
		8	ПНЯ 70.000	Рама	1	
		9	ПНЯ 20.000	Начіпка	1	
		10	ПНЯ 70.100	Підставка	1	
		15	ПНЯ 30.000	Ніж дисковий	1	
				Деталі		
A3		11	ПНЯ 30 603	Стояк	1	
				Стандартні вироби		
		12		Болт М24-8g×120.66.099	1	
				ГОСТ 7795-70		
		13		Гайка М24-7H.5.099	1	
				ГОСТ 5915-70		
		14		Шайба 24.65Г.05	1	
				ГОСТ 6402-70		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	ПНЯ 00.000	
Розробив	Ободовський					
Перевірив	Мачок					
Н. контр.	Мачок					
Затвердив	Свірень					
					Літера	
					Аркуш	
					Аркушів	
					1	
					ЦНТУ гр. АІ-20М(1,4)-2	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Технологічна карта

Культура: цукрові буряки

Урожайність: основної продукції – 390 ц/га, супутної – 195 ц/га

Валовий збір: основної продукції – 39000 ц, супутної – 19500 ц

МВЦБ 10.000 ТЧ

Номер операції	Назва операції	Одиниці виміру	обсяг роботи	Час виконання		Агрегат		Кількість задіяних			Продуктивність га/гад, т/гад	Необхідно на всю площу		Витрати пального		Витрати праці на виконання всіх робіт на операції, год/гад	Кількість нормо-змін
				календарні терміни	оптимізований строк	трактор, об/год	с/г машина, з/г/га	механізаторів	допоміжних працівників	тракторів, об/год		с/г машин	нормативний, кг/га, кг/т	на всю операцію, кг			
1	Лущення стерні	га	100	15.07-20.07	5	T-150	ЛДГ-10А	2	-	6,55	2	2	19	988,0	78	11,34	
2	Навантаження зносу	т	300	5.08-20.08	15	ЮМЗ-6	ПЗ-0,86	2	-	60	2	1	0,20	3120,0	312	37,4	
3	Транспортування та внесення зносу	га	100	5.08-20.08	15	МТЗ-82	Р09-6	5	-	0,78	5	5	13,20	6864,0	676	95,24	
4	Навантаження мінеральних добрив	т	92	1.08-4.08	5	ЮМЗ-6	ПЗ-0,86	1	-	60	1	1	0,20	83,2	8,32	0,99	
5	Внесення мінеральних добрив	га	100	1.08-4.08	5	МТЗ-80	РМГ-4	3	-	4,42	3	3	1,85	960,5	119,60	16,80	
6	Оранка	га	100	5.08-20.08	15	МТЗ-80	П/Н 3-35	1	-	0,58	1	1	15,5	1550	104	7,8	
7	Вирівнювання борозен та грядків	га	100	21.08-5.09	15	T-150	ЗБГ-06 СТ-21	1	-	14,58	1	12	0,93	481,1	36,40	5,10	
8	Перевезення рідких азотних добрив	т	40	1.09-10.09	10	T-150Ж	РЖТ-8	1	-	14	1	1	9,51	1730,8	12,74	18,57	
9	Культивація з внесенням добрив	га	100	1.09-10.09	10	T-70С	УСМЖ-5,4 П04	3	-	2,8	3	3	3,5	1820	187,20	26,53	
10	Снегозапирювання	га	100	1.10-1.10	10	T-150Ж	СВУ-2,6	1	-	6	1	1	4,10	2132	88,40	12,38	
11	Ранньовесняне розпушування ґрунту	га	100	4.04-6.04	2	T-150	СТ-21 БЗС-10	2	-	9,3	2	42	1,30	676	55,91	7,99	
12	Вирівнювання ґрунту	га	100	5.04-7.04	2	T-150	СТ-16 ШБ-2,5	5	-	6,9	5	21	1,00	520	72,80	10,76	
13	Перевезення води	т	30	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ВР-3	2	-	2,6	2	2	0,60	78	50,70	7,23	
14	Перевезення гербицидів	т	0,5	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ЗЖВ-1,8	1	-	12	1	1	0,62	322,4	0,16	0,02	
15	Підготовка робочого розчину гербицидів	т	30	5.04-8.04	3	МТЗ-80	АГР "Темп"	1	3	8,18	1	1	2,0	260	65,00	2,65	
16	Передпосівний обробіток з внесенням гербицидів	га	550	5.04-8.04	3	T-150	П04 СТ-21 БЗС-10	3	-	8,5	3	63	1,30	676	62,40	10,1	
17	Навантаження мінеральних добрив	т	20,8	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ПЗ-0,86	1	-	60	1	1	0,20	18,72	1,87	0,22	
18	Перевезення мінеральних добрив	т	20,8	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	ЗПТ-4	1	-	4	1	1	1,00	93,60	23,40	3,34	
19	Передпосівна культивація	га	100	5.04-8.04	3	МТЗ-80	УСМЖ-5,4	6	-	2	6	6	2,50	1300	260	37,14	
20	Передпосівне каткування	га	100	5.04-8.04	3	ЮМЗ-6	СП-11 ЗЖВ-1,4	3	-	3,5	3	9	14	728	150,8	81,22	
21	Перевезення посівного матеріалу	т	10	5.04-8.04	3	ГАЗ-53Б	-	1	-	8,57	-	-	-	-	0,50	0,03	
22	Забаткування сіволок	га	100	5.04-8.04	3	бракун		-	-	12	1	-	-	-	6240	37,14	
23	Сівба	га	100	5.04-8.04	3	T-70С	УП-12	7	-	1,7	7	7	2,9	1580	312,0	43,7	
24	Суцільне дослідне розпушування ґрунту	га	100	12.04-15.04	3	T-70С	СП-11 ЗЖВ-0,7	5	-	5	25	25	0,80	4,16	104,00	14,85	
25	Перевезення пестицидів	т	20	20.04-23.04	3	МТЗ-80	ЗПТ-4	1	-	6,5	1	1	1,00	78	11,70	2	
26	Перевезення води	т	35	20.04-23.04	3	МТЗ-80	ЗЖВ-1,8	3	-	3,15	3	3	1,00	156	49,92	8,25	
27	Підготовка робочого розчину пестицидів	т	35	20.04-23.04	3	ЮМЗ-6	АГР "Темп"	1	3	8,17	1	1	2,00	312	78,00	3,18	
28	Суцільне адприскування посівів	га	100	20.04-23.04	3	T-70С	ОН-400-3	4	-	7,64	4,22	4,144	2,267,6	1144,114	67,6	11,4	
29	Боронування після появи сходів	га	100	23.04-26.04	4	T-70С	СП-11 ЗЖВ-0,7	5	-	5	5	25	0,80	4,16	104,00	14,58	
30	Внесення робочого розчину бетенола	га	100	4.05-8.05	4	T-70С	ОН-400-3	3	-	7,6	3	3	2,20	1144	67,6	11,4	
31	Перше мікрядне розпушування	га	100	9.05-19.05	10	Т70-С	УСМЖ-5,4	7	-	15	7	7	6,25	3380	348,4	79,52	
32	Прорідження	га	100	19.05-29.05	10	T-70С	УСМЖ-5,4	4	-	0,86	4	4	2,5	1300	603,2	86,38	
33	Підвезення анічної води	т	100	25.05-5.06	10	ЮМЗ-6	ЗЖВ-1,8	1	-	12,7	1	1	0,30	54	14,4	6,1	
34	Друге мікрядне розпушування	га	100	25.05-5.06	10	T-70С	П04 УСМЖ-5,4	4	-	2	4	4	2,5	1300	260	37,14	
35	Навантаження мінеральних добрив	т	35	5.06-10.06	5	ЮМЗ-6	ПЗ-0,86	1	-	60	1	1	0,20	312	2,59	0,37	
36	Забаткування добрив у культиватор	га	100	5.06-10.06	5	бракун		-	15	1	-	-	-	-	7800	37,14	
37	Мікрядне розпушування з підбилюванням	га	100	5.06-10.06	5	Т70-С	УСМЖ-5,4	4	-	4	4	4	2,5	1300	260	74,28	
38	Розпушування міжряд'я перед збиранням	га	100	10.08-20.08	10	Т70-С	УСМЖ-5,4	4	-	2	4	4	2,5	1300	260	37,14	
39	Збирання гички	га	100	30.09-16.10	15	МТЗ-80	БМ-66	5	-	1,72	1	1	10,28	1028	245	11,4	
40	Перевезення гички	т	85	30.09-16.10	15	ЮМЗ-6	ЗПТ-4	7	-	7	7	7	0,2	1872	1310,4	191,02	
41	Транзбукання та розрівнювання	т	85	30.09-16.10	15	T-150	-	2	-	20	2	2	0,80	7488	168	36,86	
42	Збирання коренеплодів	га	100	30.09-16.10	15	РКС-6	-	3	3	16	-	3	15,6	8,122	650	46,4	
43	Навантаження коренеплодів	т	3700	30.09-16.10	15	-	СПС-4,2	9	-	8,6	9	9	0,50	7904	1896,9	262,6	
44	Перевезення коренеплодів	т	3700	6.10-20.10	15	МТЗ-80	ЗПТ-4	2	5	42,9	2	2	0,18	28,45	2211	52,6	
Всього														7974,743	718218		

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10
Лист 11 з 11
Лист 12 з 12
Лист 13 з 13
Лист 14 з 14
Лист 15 з 15
Лист 16 з 16
Лист 17 з 17
Лист 18 з 18
Лист 19 з 19
Лист 20 з 20
Лист 21 з 21
Лист 22 з 22
Лист 23 з 23
Лист 24 з 24
Лист 25 з 25
Лист 26 з 26
Лист 27 з 27
Лист 28 з 28
Лист 29 з 29
Лист 30 з 30
Лист 31 з 31
Лист 32 з 32
Лист 33 з 33
Лист 34 з 34
Лист 35 з 35
Лист 36 з 36
Лист 37 з 37
Лист 38 з 38
Лист 39 з 39
Лист 40 з 40
Лист 41 з 41
Лист 42 з 42
Лист 43 з 43
Лист 44 з 44
Лист 45 з 45
Лист 46 з 46
Лист 47 з 47
Лист 48 з 48
Лист 49 з 49
Лист 50 з 50
Лист 51 з 51
Лист 52 з 52
Лист 53 з 53
Лист 54 з 54
Лист 55 з 55
Лист 56 з 56
Лист 57 з 57
Лист 58 з 58
Лист 59 з 59
Лист 60 з 60
Лист 61 з 61
Лист 62 з 62
Лист 63 з 63
Лист 64 з 64
Лист 65 з 65
Лист 66 з 66
Лист 67 з 67
Лист 68 з 68
Лист 69 з 69
Лист 70 з 70
Лист 71 з 71
Лист 72 з 72
Лист 73 з 73
Лист 74 з 74
Лист 75 з 75
Лист 76 з 76
Лист 77 з 77
Лист 78 з 78
Лист 79 з 79
Лист 80 з 80
Лист 81 з 81
Лист 82 з 82
Лист 83 з 83
Лист 84 з 84
Лист 85 з 85
Лист 86 з 86
Лист 87 з 87
Лист 88 з 88
Лист 89 з 89
Лист 90 з 90
Лист 91 з 91
Лист 92 з 92
Лист 93 з 93
Лист 94 з 94
Лист 95 з 95
Лист 96 з 96
Лист 97 з 97
Лист 98 з 98
Лист 99 з 99
Лист 100 з 100

МВЦБ 10.000 ТЧ									
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за

Копія

АТ

MB115 20000 T4

[illegible]

					ПНЯ 00.001 С2		
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Анализ конструкций плугов для з/б/в/к/и оранки		
Иванов	Иванов	Иванов			Имя	Фамилия	И.О. Фамилия
Петров	Петров	Петров				-	-
Сидоров	Сидоров	Сидоров			Имя	Фамилия	И.О. Фамилия
Куликов	Куликов	Куликов			ИТУ		
Минин	Минин	Минин			ар. А-20М14-2		
					Формат 1:		

Теоретичне обґрунтування залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунту та робочої швидкості.

Рациональна формула тягового опоры для багатокорпусного плуга

$$P=f\cdot G+n(k\cdot a\cdot b+\varepsilon\cdot a\cdot b\cdot v^2)$$

де f – коефіцієнт, аналогічний коефіцієнту тертя;

9 - 2000 - 2000

k – питомий опір зриву, H/M^2 , $k=2 \dots 10 \cdot 10^4 H/M^2$;

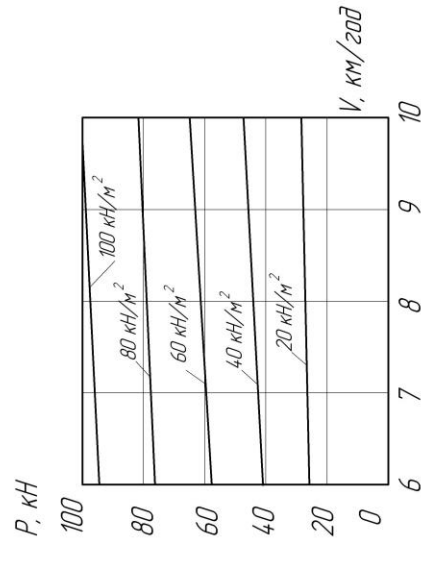
a, b – відповідно глибина оранки та ширина захвата корпусу;

 ε – швидкісний коефіцієнт,

v – робоча швидкість, км/год, $v = 6 \dots 10$ км/год;

n – кількість корпусів.

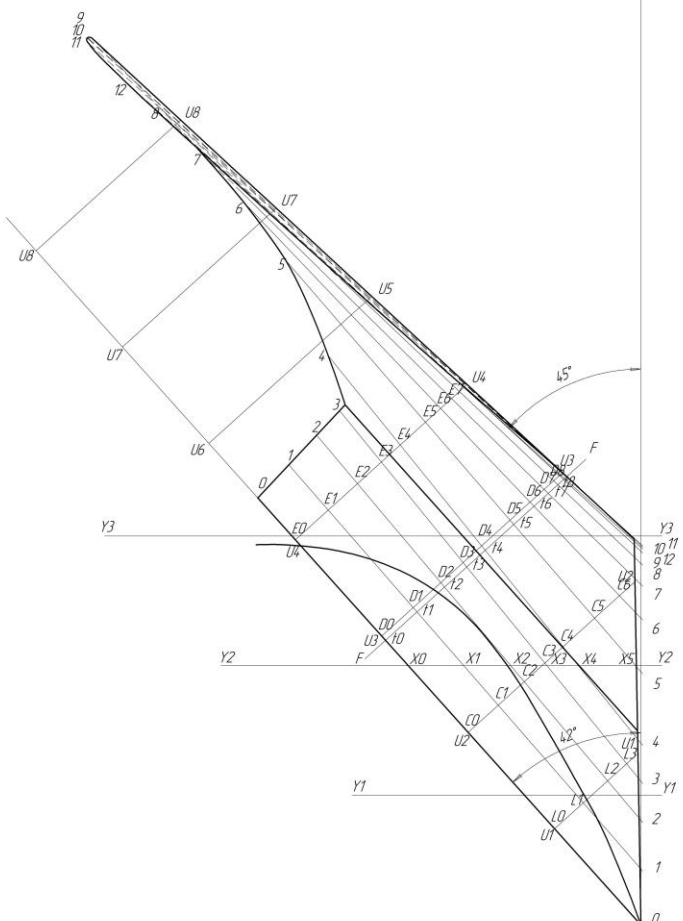
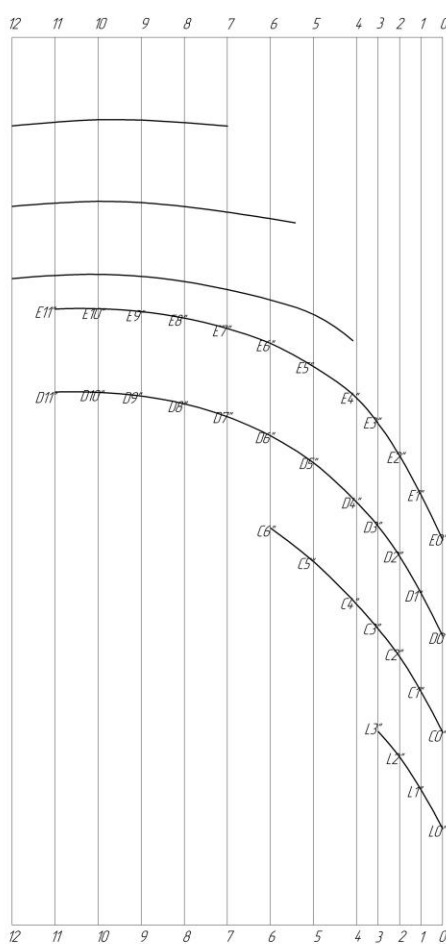
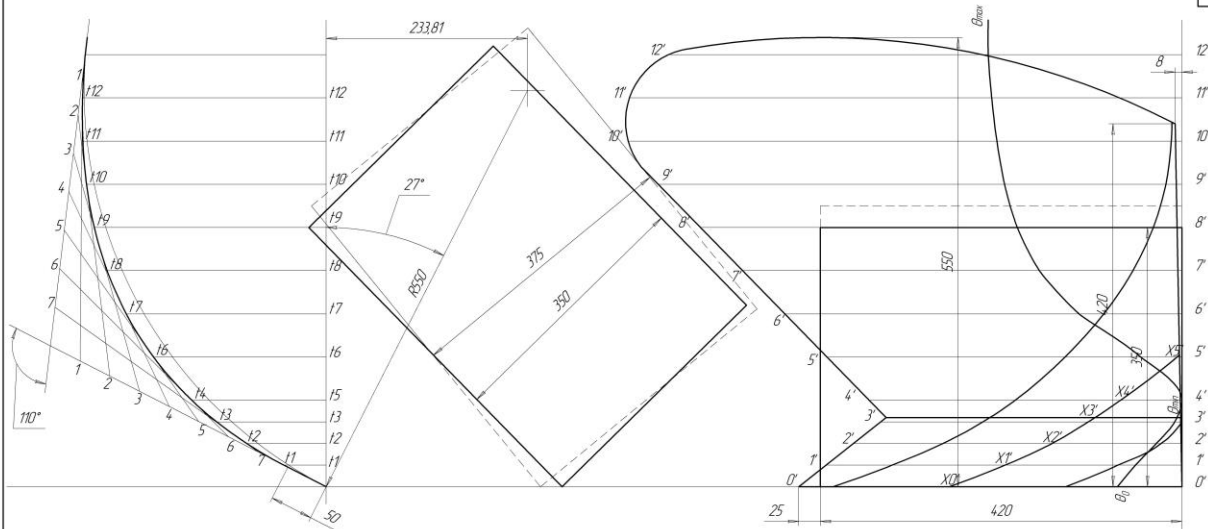
Графік залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунті та робочої швидкості.

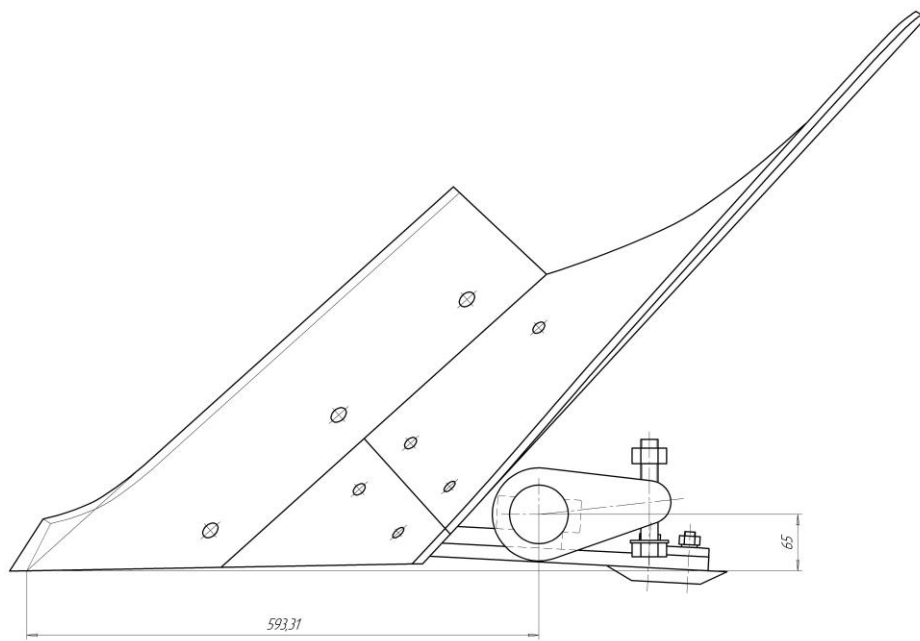
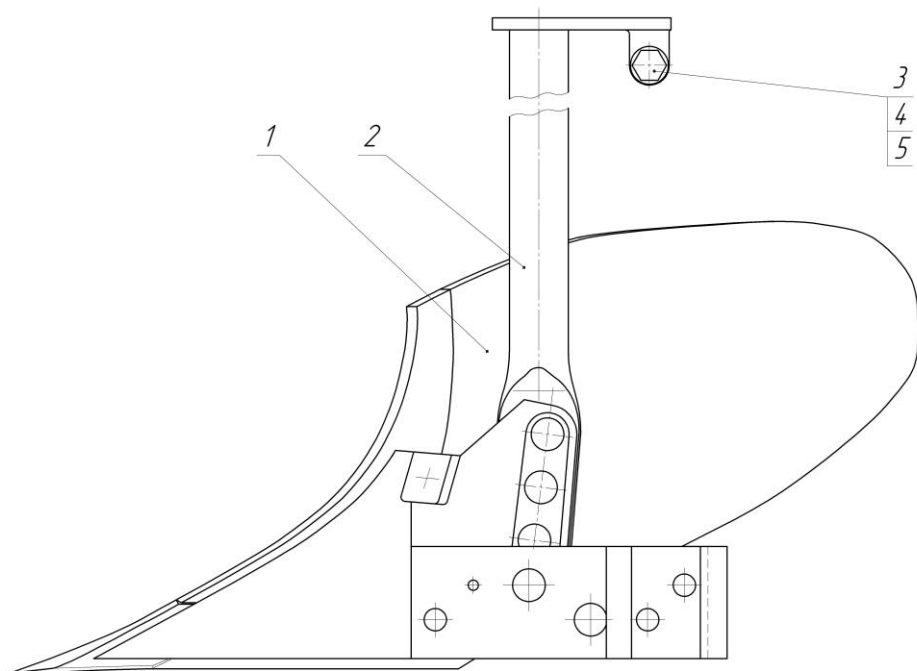


Матриця значень залежності тягового опору плуга від питомого опору ґрунті та робочої швидкості

v	k	2	4	6	8	10
6		232512	408912	585312	761712	938112
7		245346	421746	598142	774546	950946
8		260958	437358	613758	790158	966558
9		278286	454686	631086	807486	983886
10		297870	474270	650670	827070	1003470

[illegible]

[illegible]

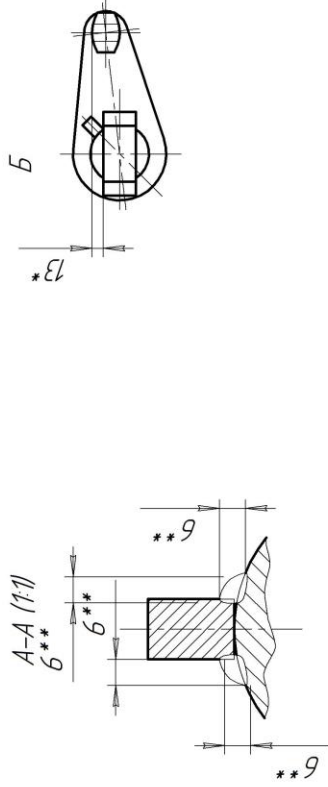
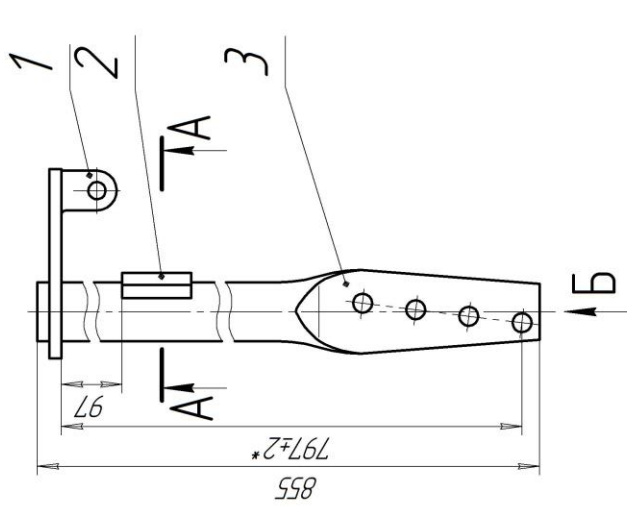


1. *Размеры для подбора

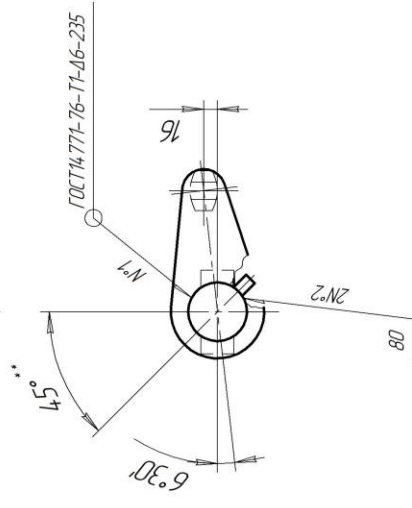
ПНЯ 10.000 СБ					
Корпус нижнего яруса				Дит	Масса
Дит	Вест	М	Возмож	Дит	Дит
Резерв	Посадочный	Дит	Минус	48	125
Габарит	Минус	Дит	Дит	Дит	Дит
Минус	Минус	Дит	Дит	ЦНТУ	
Мин	Габарит	Дит	Дит	ар. А1-20М(14)-2	
Корпусов				Формат А1	

Дит	Вест	М	Возмож	Дит	Дит
Резерв	Посадочный	Дит	Минус	Дит	Дит
Габарит	Минус	Дит	Дит	Дит	Дит
Минус	Минус	Дит	Дит	Дит	Дит
Мин	Габарит	Дит	Дит	Дит	Дит

ПНЯ 10.020 СБ



- 1.Зварне з'єднання II класу по ОСТ 23.2.429-80.
Шов №2-зварка ручна дуга
Зварний дріт СБ-08 Г2С ГОСТ 2246-70
Методи контролю якості зварних швів по
ГОСТ 3242-79- "зоднішній огляд та виміри".
2.Невказані граничні відхилення розмірів по
ОСТ 23.1468-78.
3.*Розміри для довідок
4.Відхилення деталі 1 від вісі кута не є браком.
5.**Розміри задезпечити інструментом.



ПНЯ 10.020 СБ		Лист	Масса	Масштаб
Стояк		95	15	
ЦНТУ		Лист	Листов	1
зр. АІ-20М14)-2				

Копират

Формат А3

