



Микола МАКАРЕНКО  
Ольга МЕЛЬНИК

# КОМБАЙНИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ



Микола Макаренко  
Ольга Мельник

## **КОМБАЙНИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ**

Навчальний посібник для здобувачів професійної  
(професійно-технічної) освіти

*Схвалено для використання в освітньому процесі*

Київ  
«ГРАМОТА»  
2023

УДК 631.354.2(075)  
М15

*Схвалено для використання в освітньому процесі [рішення експертної комісії з професії агропромислового комплексу від 19 лютого 2022 року (протокол № 2) та рішення експертної комісії з проведення антидискримінаційної експертизи від 15 липня 2022 року (протокол № 6)], № 5.0005-2022 в Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам*

Цей навчальний посібник надруковано за фінансової підтримки Європейського Союзу та його держав-членів Німеччини, Фінляндії, Польщі та Естонії у межах програми «EU4Skills: кращі навички для сучасної України». EU4Skills виконується Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH та Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Зміст цієї публікації є виключною відповідальністю її авторів та не може жодним чином сприйматися як такий, що відображає погляди Європейського Союзу, його держав-членів та Програми.

#### Рецензенти:

**А. Т. Лебедєв** — доктор технічних наук, професор Державного біотехнологічного університету (Харківський національний технічний університет ім. Петра Василенка);

**Т. М. Коломієць** — завідувач технологічного відділення Липковатівського аграрного коледжу, викладач-методист вищої категорії.

#### Макаренко М.

М15 Комбайни зернозбиральні : навч. посібн. для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти / Микола Макаренко, Ольга Мельник. — Київ : Грамота, 2023. — 256 с. : іл.  
ISBN 978-966-349-922-2

У навчальному посібнику описано технології збирання зернових культур, оцінено технічний рівень сучасних зернозбиральних комбайнів і наведено перспективи їхнього розвитку.

Посібник відповідає Державному стандарту професійно-технічної освіти ДСПТО 8331.А.01.50-2016 Професія: «Тракторист-машиніст сільськогосподарського виробництва». Призначений для здобувачів професійної (професійно-технічної) освіти.

УДК 631.354.2(075)

ISBN 978-966-349-922-2

© М. Макаренко, О. Мельник, 2022  
© Видавництво «Грамота», 2022

# ЗМІСТ

Передмова. . . . .	7
--------------------	---

## Розділ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЗЕРНА

1.1. Агротехнічні вимоги до збирання зернових і до роботи зернозбиральних машин. . . . .	10
1.2. Оцінка технічного рівня зернозбиральних комбайнів . . . . .	11
1.3. Характерні особливості зернових культур, які збирають комбайни . . . . .	14
1.4. Технології збирання та засоби механізації, що їх забезпечують . . . . .	17
1.5. Класифікація зернозбиральних комбайнів. . . . .	21
1.6. Загальна будова та робочий процес зернозбирального комбайна . . . . .	24
<i>Запитання та завдання. . . . .</i>	<i>27</i>

## Розділ 2

### ЖАТНІ ЧАСТИНИ Й ОБЧІСУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

2.1. Пристрої для копіювання жаткою нерівностей поверхні поля . . . . .	28
2.1.1. Механічне зрівноважування жатки. . . . .	30
2.1.2. Електронно-гідравлічні системи копіювання нерівності поверхні поля . . . . .	33
2.1.3. Автоматичні системи керування жаткою . . . . .	35
2.2. Пристрої розділення та подання рослин до жатки . . . . .	40
2.2.1. Подільники . . . . .	40
2.2.2. Мотовило . . . . .	42



2.2.3. Механічний привід мотовила та його регулювання . . . . .	45
2.3. Різальні апарати . . . . .	50
2.3.1. Різальні апарати традиційного типу . . . . .	50
2.3.2. Різальні апарати системи Шумахер. . . . .	53
2.3.3. Жатки із гнучким різальним апаратом . . . . .	55
2.3.4. Стебlopідіймачі. . . . .	57
2.4. Привід різального апарата . . . . .	58
2.5. Шнек жатки . . . . .	63
2.6. Стрічкові транспортери жаток. . . . .	66
2.7. Пристрої для транспортування хлібної маси від жатки до молотарки . . . . .	71
2.8. Обчісувальні жатки . . . . .	77
2.9. Жатки для збирання кукурудзи на зерно . . . . .	79
2.10. Жатки (пристрої) для збирання соняшнику . . . . .	85
2.11. Візок жатки. . . . .	91
2.12. Платформа-підбирач. . . . .	91
<i>Запитання та завдання. . . . .</i>	<i>94</i>

### Розділ 3

#### МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

3.1. Класична схема обмолочування та сепарації . . . . .	95
3.2. Молотильний пристрій класичної схеми обмолочування . . . . .	97
3.3. Система обмолочування з APS . . . . .	104
3.4. Автоматичні системи регулювання . . . . .	107
3.5. Молотильний пристрій з додатковим ротаційним сепаратором	107
3.6. Однороторні молотильно-сепарувальні пристрої . . . . .	110
3.7. Роторний МСП з обертовим підбарабанням . . . . .	113
3.8. Двороторна схема обмолочування та сепарації. . . . .	114
3.9. Комбіновані молотильно-сепарувальні пристрої (гібриди) . . .	117
<i>Запитання та завдання. . . . .</i>	<i>120</i>

## **Розділ 4**

### **СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА**

4.1. Стрясна дошка . . . . .	122
4.2. Решета . . . . .	124
4.3. Вентилятор . . . . .	128
4.4. Особливості систем очищення сучасних зернозбиральних комбайнів . . . . .	130
4.5. Домолочувальний пристрій . . . . .	137
4.6. Загальні поради з налаштування системи очищення . . . . .	138
4.7. Транспортувальні пристрої молотарки . . . . .	142
<i>Запитання та завдання.</i> . . . . .	148

## **Розділ 5**

### **ПРИСТРОЇ ДЛЯ РОБОТИ З НЕЗЕРНОВОЮ ЧАСТИНОЮ ВРОЖАЮ**

5.1. Технології утилізації незернової частини врожаю . . . . .	149
5.2. Копнувач комбайна . . . . .	152
5.3. Подрібнювач-розкидач соломи та полови . . . . .	153
5.4. Автоматичне регулювання напрямку розкидання . . . . .	158
<i>Запитання та завдання.</i> . . . . .	160

## **Розділ 6**

### **СИЛОВІ УСТАНОВКИ КОМБАЙНІВ І МЕХАНІЗМИ МЕХАНІЧНОГО ПРИВОДУ**

6.1. Дизельні двигуни комбайнів . . . . .	161
6.2. Особливі вимоги до двигунів комбайнів . . . . .	165
6.3. Механічні приводи . . . . .	173
<i>Запитання та завдання.</i> . . . . .	178

## **Розділ 7**

### **ШАСІ КОМБАЙНІВ**

7.1. Мости передніх коліс . . . . .	179
7.2. Мости напрямних (задніх) коліс . . . . .	184

7.3. Рушії .....	187
<i>Запитання та завдання</i> .....	190

## **Розділ 8**

### **ГІДРОСИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

8.1. Основна гідросистема .....	191
8.2. Гідросистема приводу ведучих коліс .....	193
8.3. Гідросистема рульового керування .....	197
8.4. Система централізованого змащування .....	199
<i>Запитання та завдання</i> .....	199

## **Розділ 9**

### **КАБІНА КОМБАЙНА. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ**

9.1. Кабіна та органи керування .....	201
9.2. Електрообладнання комбайна .....	205
9.3. Електронні системи контролю та автоматичного керування .	207
<i>Запитання та завдання</i> .....	217

## **Розділ 10**

### **ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ**

10.1. Зернозбиральні комбайни «Claas».....	218
10.2. Зернозбиральні комбайни «John Deere» .....	227
10.3. Зернозбиральні комбайни «New Holland» .....	234
10.4. Зернозбиральні комбайни «Fendt» .....	242
10.5. Зернозбиральні комбайни «Case IH» .....	249
<i>Запитання та завдання</i> .....	254
Список літератури .....	255

## ПЕРЕДМОВА

Збирання врожаю зернових культур, що є завершальним етапом процесу їх вирощування, — одна з найбільш ресурсомістких операцій у наявних технологіях. У структурі загальних витрат на виробництво зернових культур збирання потребує 31–50 % витрат енергії і 45–60 % затрат праці від загального обсягу затрат. Для якісного збирання зерна в оптимальні строки з мінімальними втратами необхідно використовувати сучасні технології збирання й мати відповідні технічні засоби для їх реалізації.

Особливістю збирання зернових колосових і зернобобових культур є обмеження оптимального періоду виконання робіт агрономічними строками в 7–10 діб від початку повної стиглості зерна. Ще більш жорсткі вимоги до збирання ріпаку й інших культур, які після досягання легко осипаються. Строки збирання зернових культур визначаються біологічними особливостями культури й погодними умовами. Важливо збирати врожай своєчасно, у стислі агрономічні строки, бо затримка призводить до значних його втрат.

Забезпечення підприємства високопродуктивними комбайнами та рівень їх використання істотно впливають на валовий збір сільськогосподарських культур. Відомо, наприклад, що в разі запізнення збирання зернових колосових більше ніж на 10–12 діб втрати зерна можуть досягати 25–30 %. Тому економічно вигідно мати потрібну кількість комбайнів відповідної пропускну здатності, які забезпечать збирання культур в оптимальні строки.

На комбайновому ринку України пропонують вітчизняні й закордонні машини з різними типами та схемами молотильних пристроїв.

Для визначення переваг тієї чи іншої моделі комбайна потрібно орієнтуватися не лише на його ціну й окремі техніко-економічні характеристики, а й на вартість намолоту тонни врожаю. Адже в цьому показнику відображено ціну комбайна, його продуктивність, експлуатаційні витрати, вартість запасних частин і надійність.

На підставі аналізу наявних технологій і технічних засобів для збирання зернових культур можна стверджувати, що, як і в попередні роки, основною машиною для збирання зернових культур як в Україні, так і за кордоном залишається самохідний зернозбиральний комбайн. З технологій збирання зернових культур перевагу віддають однофазному способу.

Разом з удосконаленими конструкціями комбайнів класичної схеми для збирання зернових культур використовують комбайни роторного й гібридного типів з високою пропускною здатністю (10–12 кг/с і більше), а також жатки з обчісувальними пристроями.

Широкого спектра робіт, які може виконувати комбайн, досягають за рахунок можливості агрегативання з різними спеціальними приставками та пристроями, що дають змогу пристосувувати технологічний процес скошування й обмолочування до специфічних вимог збирання різних культур і кліматичних особливостей господарства.

Головним напрямом удосконалення конструкцій зернозбиральних комбайнів та їхніх робочих органів є підвищення продуктивності при мінімальних втратах урожаю. Важливий показник сьогодення — мінімальна витрата палива на тону намолоченого зерна.

Сучасні комбайни більш комфортні, у них підвищена енергонасиченість технологічного процесу. Для зменшення втрат зерна широко застосовують електронні системи контролю й автоматичного регулювання режимами технологічного процесу.

За будь-якого технічного оснащення ефективність використання техніки є вагомим складовим фактором рентабельності обраних технологій. На неї впливають передусім технічний рівень техніки та її технічний стан, затрати на паливо-мастильні матеріали, забезпеченість технічним сервісом.

Отже, для ефективного використання комбайнів потрібно досконало знати їхню будову й особливості технологічного процесу, уміти виконувати технологічні налаштування, що відповідають найвищій продуктивності при мінімальних втратах зерна та низькій собівартості збиральних робіт.

Однак зернозбиральний комбайн — складна машина, яка має безліч небезпечних зон. Для недопущення травмування працівників, збереження їхнього здоров'я та життя потрібно ретельно виконувати правила безпеки життєдіяльності.

Під час підготовки до роботи треба перевірити наявність і справність захисних огорожень на ланцюгових, пасових і карданних передачах. За їх відсутності комбайн вважають несправним, і працювати на ньому не дозволено. Також перевіряють справність і надійність гальм, кріплення коліс, бил і підбарабання, молотильного барабана комбайна, корпусів підшипників барабана, приймального та відбійного бітерів. Молотильний барабан повинен бути відбалансований, біла барабана й підбарабання — міцно закріплені. Не допускають експлуатацію комбайна в разі підтікання робочої рідини в гідравлічній системі.



Перед виконанням робіт під жаткою необхідно перекрити кран гідроциліндрів підйому жатки та застрахувати її надійними підставками. Не можна використовувати для підставок ящики, цеглу, деталі машини тощо. Очищувати різальний апарат доцільно спеціальними чистиками. Ніж міняють, коли двигун заглушено.

Перевіряти й регулювати робочі органи та механізми, надягати й натягувати паси, ланцюги, усувати несправності, змащувати, очищувати різальний інструмент, молотильний барабан, копнувач тощо потрібно тільки при заглушеному двигуні.

На спусках і підйомах варто рухатися на першій передачі, за мінімальних обертів двигуна. Під час спускання з гори та при підйомі не можна вимикати зчеплення й перемикати передачу.

У разі появи сторонніх шумів, диму, несправностей, іскріння електрообладнання, підвищеного нагрівання підшипників, редукторів, інших частин комбайн потрібно негайно зупинити.

Якщо сталося загорання, треба відвести комбайн від хлібного масиву, подати сигнал пожежної тривоги й почати гасіння.

Особливістю навчального посібника «Комбайни зернозбиральні» є систематизація конструкції всіх вузлів та аналіз тенденції їхнього розвитку, що найкраще відповідає умовам засвоєння інформації та використання отриманих знань під час експлуатації зернозбиральної техніки. При цьому є можливість детально проаналізувати конструкцію будь-якого зернозбирального комбайна щодо виявлення ступеня його відповідності тенденціям світового комбайнобудування та використання у відповідних умовах.

Матеріал у посібнику згруповано так, щоб поступово (дозовано) розглянути агрегати й системи зернозбиральних комбайнів від простих технічних рішень до складних. У міру засвоєння робочого процесу щодо принципової схеми відповідного вузла надалі запропоновано все різноманіття варіантів виконання, що використовують у комбайнах різних фірм. При цьому проаналізовано проблему та наведено конструктивні рішення, реалізовані на сучасних комбайнах.

Додатково через QR-коди надається доступ до відеороликів, що пояснюють особливості робочого процесу відповідних систем.

Такий виклад матеріалу прискорює процес його засвоєння та глибше опанування досить складною новою технікою, а також стане надійною основою для подальшого самостійного вдосконалення знань.

*Автори*

## Розділ 1

### ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕХНОЛОГІЮ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ ЗЕРНА

#### 1.1. Агротехнічні вимоги до збирання зернових і до роботи зернозбиральних машин

Зернозбиральні машини забезпечують якісне збирання, якщо їхні робочі органи підібрані та відрегульовані відповідно до властивостей культури, яку збирають, а рослини придатні для машинного прибирання (така придатність визначається фізико-механічними властивостями та біологічними особливостями самих рослин, а також їхнім станом у період збирання).

На роботу зернозбиральних машин впливають особливості рослин на момент збирання: довжина їхніх стебел і густота стояння, полеглисть, міцність, вологість, розміри та маса насіння, масове співвідношення зерна й незернової частини, фаза стиглості, засміченість посівів.

При скошуванні низькорослих і полеглих рослин необхідно знижувати висоту зрізання, що пов'язано з технічними труднощами. А при збиранні високорослих рослин відбувається перевантаження робочих органів комбайна. В обох випадках можуть спостерігатися втрати врожаю.

Рослини з міцними стеблами менше вилягають, ніж зі слабкими. До того ж слабкі стебла сильніше подрібнюються робочими органами, що призводить до перевантаження системи очищення. Тому сорти з міцними стеблами краще пристосовані для механізованого збирання.

Від співвідношення маси зерна, соломи та полови залежать продуктивність комбайна та якість врожаю. При збиранні високосоломистих зернових знижується продуктивність і зростають втрати від недомолоту та вільним зерном у соломі, а при збиранні малосоломистих зернових продуктивність зростає, але збільшується подрібнення зерна. Отже, оптимальне відношення маси зерна до маси соломи має бути не менше 1:1,2 та не більше 1:0,5.

Механічне пошкодження зерна залежить від його міцності, способу та режимів обмолоту. Експериментально встановлено, що подрібнення зерна залежить також від його маси, розмірів і вологості, кількості та швидкості ударів об робочі органи. Велике насіння сильніше ушкоджується, ніж дрібне. При багаторазових ударах кількість пошкодженого насіння зростає пропорційно до кількості та швидкості ударів. Ці дані свідчать про те, що необхідно знижувати швидкість і кількість ударних дій під час обмолочування, транспортування та очищення зерна й відповідно вибирати раціональні режими робочих органів машин.

Кондиційною вологістю зерна й інших частин рослин є відносна вологість 14–15 %, перевищення якої призводить до появи вільної води, самозігрівання та псування зерна.

Під час збирання зернових із високою вологістю зростають втрати від недомолоту, певна частина зерна виходить із соломою, а при збиранні пересохлої хлібної маси зростає подрібнення зерна та соломи, втрати зерна з половиною.

Засміченість посівів негативно позначається на роботі зернозбиральної техніки. Через зелені бур'яни збільшуються втрати, підвищується вологість зерна. Тому боротьба із засміченістю посівів — найважливіший резерв підвищення врожайності та ефективності використання зернозбиральних машин.

Оптимальне поєднання прямого комбайнування та роздільного способу збирання дає змогу досягти мінімальної собівартості збиральних робіт. Співвідношення способів збирання може бути різним залежно від конкретної ситуації з урахуванням таких важливих факторів, як умови вирощування культури, оснащеність господарств жатками, комбайнами, агрегатами з перероблення та сушіння зерна, агробіологічних особливостей сортів культур і погодних умов на період збирання.

Зріджені короткостеблові сорти мають збирати прямим комбайнуванням, а засмічені посіви — роздільним способом. Пряме комбайнування застосовують, якщо прогнозують тривалий період опадів під час збиральних робіт. Роздільне збирання використовують переважно на схильних до вилягання посівах зернових культур, а також на посівах зернових культур, які вирощують за інтенсивними технологіями. Особливостями таких посівів є підвищена вологість стебел при повному дозріванні зерна та схильність до вилягання.

Згідно з агротехнічними вимогами до зернозбиральних машин допускаються такі втрати зерна в разі роздільного збирання зернових за валковою жаткою: не більше 0,5 % — для прямостоячих хлібів та 1,5 % — для полеглих. Втрати зерна під час підбирання валків не мають перевищувати 1 %, чистота зерна в бункері має становити не менше 96 %.

При прямому комбайнуванні чистота зерна в бункері має бути не нижче 95 %. За жаткою комбайна допускається до 1 % втрат для прямостоячих хлібів та 1,5 % — для полеглих. Загальні втрати зерна через недомолот та із соломою мають становити не більше 1,5 % у разі збирання зернових і не більше 2 % — у разі збирання рису. Подрібнення не має перевищувати 1 % для насінневого зерна, 2 % для продовольчого, 3 % для зернобобових і круп'яних культур.

## 1.2. Оцінка технічного рівня зернозбиральних комбайнів

Удосконалення конструкції нових моделей зернозбиральних комбайнів має кілька напрямів. Один із головних — *підвищення споживчих властивостей комбайнів*. Він включає: широкий типаж базових моделей і модифікацій; створення техніки за критеріями «ціна–якість», «ціна–продуктивність», «ціна–валовий збір продукції»; удосконалення

дизайну; спрощення технічного обслуговування та ремонту; універсальність використання на збиранні різних культур; підвищення комфортних та ергономічних умов праці механізатора (рівень шуму в кабіні не більше 70 дБА, мінімальна запиленість, електрогідравлічне керування робочими органами, регульований клімат у кабіні та ін.); висока експлуатаційна продуктивність і надійність, мінімум втрат зерна й автоматизація контролю втрат.

*Загальнотехнічний напрям* включає: відповідність конструкції комбайнів за параметрами; зниження матеріаломісткості до 1,1–1,25 т на 1 кг/с пропускної здатності; блоково-модульну побудову на основі системи стандартизованих комплектуючих вузлів і агрегатів; мікропроцесорну мехатронну систему автоматизації управління рухом і контролю за технологічним процесом; поперечно-статичну стійкість до 30°; упровадження нових принципів обмолоту та сепарації; удосконалення компонувальних рішень; підвищення прохідності та маневреності; забезпечення роботи в системі координатного рослинництва.

Один з істотних резервів підвищення продуктивності й надійності комбайна — узгодження роботи силової установки з робочими органами й агрегатами комбайна. Кожна операція потребує витрат енергії, а ще ж потрібно переміщувати сам комбайн, маса якого перевищує 10 т. Що вища продуктивність комбайна, то більша потужність двигуна потрібна для приводу його систем. Отже, двигун комбайна повинен мати відповідні характеристики, основними з яких є: потужність, достатня для виконання технологічної операції при мінімальній витраті пального; необхідний запас крутного моменту; висока надійність; простота в обслуговуванні та ремонті.

Основним показником зернозбирального комбайна є пропускна здатність, що є найважливішою його технічною характеристикою і дає змогу оцінити технічний рівень конструкції машини й можливості молотильно-сепарувального пристрою (МСП). Саме тип МСП визначає запас потужності двигуна, оскільки в класичній схемі молотарки оптимальна енергонасиченість для забезпечення номінальної продуктивності за мінімального рівня втрат становить орієнтовно 27 к. с. для обмолоту 1 кг маси за 1 с, у гібридній (комбінованій) схемі — 30, у роторній — 32 к. с. Отже, якщо пропускну здатність комбайна, виражену в кілограмах маси, яку він може обмолотити за 1 с, помножити на 27–32 (залежно від типу МСП), то отримаємо потужність двигуна, обчислену в кінських силах, необхідну для реалізації заданої продуктивності.

Високу продуктивність і паливну економічність сучасним комбайнам гарантують двигуни останнього покоління. Вони обладнані електронною системою керування, забезпечують постійну ефективну потужність для збирання урожаю за найскладніших умов. Так, зернозбиральні комбайни, представлені на світовому ринку клавішними, роторними та

гібридними моделями, мають двигуни потужністю від 175 до 700 к. с. і вище. Господарство може підібрати потрібну модель комбайна, урахувавши перелік вирощуваних зернових культур, їхню врожайність, сезонне навантаження на машину й інші фактори.

Аналіз динаміки розвитку комбайнового ринку засвідчив, що за останні роки практично на всіх моделях спостерігається збільшення потужності двигунів, оскільки необхідна потужність забезпечує значне підвищення продуктивності комбайна при якісному виконанні технологічного процесу.

Однак під час вибору моделі насамперед треба звертати увагу не тільки на потужність двигуна, а й на збалансованість отриманої потужності та потреби на привід усіх робочих агрегатів і вузлів комбайна (тип молотильно-сепарувального пристрою, ширина захвату жатки, ємність бункера тощо), адже саме вони значною мірою визначатимуть рівень витрат палива при комбайнуванні.

Надто потужний двигун комбайна, без урахування зазначених меж, не зможе повністю реалізувати свої потенційні можливості, що призведе до невиправданого підвищення його вартості та до зайвих експлуатаційних витрат. А при недостатній потужності — до зменшення його експлуатаційної продуктивності, оскільки комбайн не зможе працювати навіть при мінімальних перевантаженнях і комбайнер вимушений буде знизити швидкість, щоб не порушити технологічного процесу.

Дослідження виявляють цілком певну статистично стійку спільність та однорідність комбайнів за параметрами незалежно від різноманіття фірм-виробників, моделей комбайнів і конструкційно-компонувальних схем.

Спостерігається збільшення діапазону класів комбайнів із гідравлічною трансмісією. Якщо раніше вважали, що для комбайнів пропускної здатності до 5–6 кг/с гідравлічна трансмісія не обов'язкова, то нині вона й для цих комбайнів стає пріоритетною.

Великі перспективи має тенденція комп'ютеризації комбайна й забезпечення його роботи в системі координатного рослинництва. Це дає змогу не тільки впливати на вибір режимів роботи всіх попередніх польових сільськогосподарських агрегатів, які використовуються для вирощування зернових культур, але й оптимізувати режими роботи самого комбайна, ураховуючи зміну врожайності, щоб отримати найвищу продуктивність при найменших затратах.

Крім того, у конструкції сучасного комбайна враховано передові досягнення щодо забезпечення екологічних показників і виконання вимог безпеки відповідно до загальносвітових стандартів і досягнень: тиск на ґрунт до 80–120 кПа, зменшення вмісту шкідливих домішок у вихлопних газах, зниження пилоутворення тощо.



### 1.3. Характерні особливості зернових культур, які збирають комбайни

Зернові культури — це зернові злаки, зернові бобові, а також гречка. До зернових злаків належать *хлібні* (пшениця, жито, ячмінь) і *просоподібні* (просо, рис, овес, сорго, кукурудза). Суцвіттям хлібних злаків є колосок, у просоподібних — волоть, а у кукурудзи — качан.

Типи робочих органів зернозбиральних машин та їхнє технологічне налагодження, способи й терміни збирання зумовлені певними характеристиками зернових культур. Це, зокрема, кількість стебел на один квадратний метр площі, урожайність, співвідношення зерна до незернової частини за масою, довжина й міцність стебел, те, наскільки міцно тримається зерно в колоску чи волоті, час і рівномірність дозрівання зерна, полеглисть, забур'яненість, вологість.

Відокремити зерно від колоска чи волоті непросто, оскільки міцність зв'язку зерна з колосом різна й становить від 3 до 160 г на 1 см довжини, тобто відрізняється більше ніж у 50 разів. Це зумовлено видом культури, сортом і вологістю. Так, за однакових умов зерно пшениці міцніше тримається в колосі порівняно із зерном жита чи ячменю. При вологості колоска 9,2 % сила зв'язку зерна вдвічі більша, ніж при вологості 6,4 %.

Співвідношення маси зерна й незернової частини (як і врожайність) має виняткове значення для оптимального завантаження збиральної машини. Воно, як правило, становить 1:1,2 – 1:2 і тільки для окремих культур — 1:0,5–0,8.

Основний обсяг роботи зернозбиральні комбайни виконують на збиранні *колосових зернових культур*. Їхньою характерною особливістю є висока щільність укладання зерен у колоску та його розташування на верхівці порожнистого стебла (соломини), яке висихає до моменту збирання зерна. Найбільш поширені в Україні колосові зернові — пшениця (озима та яра), ячмінь і жито.

Під час збирання різних колосових потрібно насамперед урахувувати їхню різну солонистість (відношення маси зерна до маси соломи) і вимолочуваність зерна. Найбільша солонистість характерна для жита, а найгірше вимолочується зерно ярої пшениці твердих сортів. Ячмінь відрізняється низькорослістю, що створює певні проблеми під час його збирання в посушливі роки, особливо на погано вирівняних полях.

Початок збиральних робіт та їхня тривалість залежать від ступеня стиглості зерна в колосі чи волоті. У пшениці, ячменю та жита зерно швидше дозріває в середній частині колоса, а отже, раніше може осипатися. Причому це зерно найбільш повноцінне. Так, маса 1000 зернин середніх частин колосків озимої пшениці становить 46–49 г, нижніх — 42–47, а верхніх — 29–35 г.

Режими й показники роботи зернозбиральних машин, які називають *технологічними*, залежать від властивостей збираних культур. До них належать стиглість і врожайність, маса зерна, довжина стебел, полег-

лість рослин, співвідношення маси зерна та соломи, а також вологість рослин та інші параметри.

Стиглість зерна колосових культур поділяють на воскову та повну. У період *воскової стиглості* відносна вологість зерна становить приблизно 25 %. Таке зерно легко розітнути нігтем. Тривалість цієї фази за сухої погоди становить 6 діб, а за вологої — до 10 діб. Коли поле забур'янене, то збирання здійснюють двофазним способом. У фазі *воскової стиглості* рослини скошують і формують валки, укладаючи їх на стерню для підсушування за допомогою валкових жаток. У фазі *повної стиглості* зерно стає твердим (вологість 14–20 %), більшість листя відмирає. У цей період можливе обсіпання зерна під час удару по колосу зі швидкістю 2,0–2,5 м/с.

Перед хліборобом постає проблема своєчасного збирання врожаю, оскільки втрати зерна озимої пшениці через 4–7 діб після досягнення повної стиглості становлять 4 %, а через 17–20 діб — 27 %. Ось чому такі культури треба зібрати впродовж 8–10 діб.

Колосові зернові по-різному реагують на дощ. Зріле жито має практично відкриті зернівки, тому вони швидше висихають після дощу. У пшениці зерна в колосі закриті подвійними лусочками, між якими накопичується й довго не випаровується дощова вода. Від тривалого контакту з вологими лусочками зерна розбухають. В екстремально вологі роки після багатоденних дощів нерідко трапляється проростання зерен у колосках навіть на неполеглих посівах.

Істотно відрізняється від інших зернових культур за формою суцвіть *овес*. Його зерна формують у верхній частині стебла волоть. У вівса велика схильність до намотування стебел на робочі органи комбайнів.

*Кукурудзу*, на відміну від інших зернових, через особливості її будови вирощують як просапну культуру. Її стебло завтовшки 2–5 см може бути заввишки від 60 см до 6 м. У пазухах листя розташовані качани із зернами, істотно більшими, ніж в інших зернових культур. В одному качані може бути 200–1000 зерен. Через те кукурудза в зонах, оптимальних для її вирощування, дає вищі врожаї зерна, ніж будь-які інші зернові культури. Специфіка будови рослини вимагає особливої конструкції робочих органів для її збирання та обмолочування.

Важлива продовольча культура — *рис*. Специфічною особливістю цієї рослини є підвищена вимогливість до температури та вологості ґрунту. Рис — типова південна культура, яку вирощують на затоплених водою рисових чеках (ретельно вирівняних та обвалованих ділянках). Зерна рису дуже погано вимолочуються, що, разом із низькою несучою здатністю ґрунту рисових чеків, висуває специфічні вимоги до конструкції та налаштування зернозбирального комбайна.

Основними круп'яними культурами України традиційно є *просо* та *гречка*. У верхній частині стебла проса, яке досягає одного метра, розташована волоть із дрібними зернами, покритими плівкою. Зерна швид-

ше дозрівають у верхній частині волоті. При цьому в період збирання, коли вологість зерна змінюється в межах 18–20 %, стебла та листя залишаються зеленими, що ускладнює збирання прямим комбайнуванням. Крім того, доводиться враховувати, що зерна проса дуже дрібні, а плівка, що покриває їх, має низький коефіцієнт тертя.

Висота стебла гречки варіює в межах 50–150 см. Суцвіття налічує до 1500 квіток. Як і в проса, у період збирання стебла та листя гречки залишаються соковитими, а поряд із дозрілими зернами у суцвітті є як недозрілі, так і квітки. Недостатня міцність зерен гречки, їхня схильність до осипання та розтягнутий термін дозрівання (20–30 діб) висувають специфічні вимоги як до технології збирання, так і до регулювання комбайна.

Особливість зернобобових культур полягає в їхній низькорослості, схильності до вилягання та переплутування стебел. Особливо часто це спостерігають під час вирощування *гороху*, більшість сортів якого на кінцях стебел мають вусики, якими рослини чіпляються одна за одну.

У *сої* та *люпину* стебла міцніші й зберігають вертикальне положення протягом усієї вегетації.

Плід бобових культур — *біб* — може бути різного розміру та форми. Після дозрівання боби схильні до розтріскування по подовжніх швах, скручування пелюсток стручка й розкидання насіння. Найбільше це явище властиве *гороху*, менше — *сої* та *люпину*.

Зважаючи на низькорослість бобових культур і розміщення бобів до самого низу стебла, доводиться налаштовувати жатки на найнижчий зріз або використовувати спеціальні жатки для скошування бобових. *Горох* практично завжди доводиться збирати роздільно, а *сою* та *люпин* можна збирати прямим комбайнуванням.

Останнім часом поширились посіви *ріпаку*. Ця олійна культура має високі, жорсткі та гіллясті стебла, практично позбавлені в період збирання гнучкості. Плід *ріпаку* — багатонасінний стручок, який містить 4–5 дрібних кулястих насінюнок. *Ріпак* дозріває нерівномірно. Як і в бобових культур, його стручки схильні до розтріскування та висипання насіння. Збирати *ріпак* можна як прямим, так і роздільним комбайнуванням. При цьому жатка має бути відповідним чином адаптована до особливостей будови рослини.

Основною олійною культурою в Україні є *соняшник*. Він має грубе прямостояче стебло заввишки 1,0–2,5 м і завтовшки 2–4 см біля основи. Розташований у верхній частині стебла кошик містить 600 і більше насінин. Про ступінь дозрівання соняшнику судять за зміною кольору тильної сторони кошика, затвердінням у насінинах ядер, а також за тим, що більшість листя засихає. Насіння соняшнику легко вимолочується. При повній стиглості (вологість насіння 10–12 %) рослини стають сухими й ламкими, а насіння схильне до осипання. Однак воно легко ушкоджується при надмірно жорсткому режимі обмолоту. Усі ці нюанси дово-

диться враховувати при налаштуванні пристосувань (адаптерів) до зернозбирального комбайна, призначених для збирання соняшнику.

Зернозбиральними комбайнами можна також збирати насіння трав, цукрових буряків та інших коренеплодів. У цукрових буряків насіння в суцвіттях формується групами по 3–4 штуки у верхній частині квітконосів.

Що стосується трав, то за властивостями й формою суцвіть вони повторюють практично всі розглянуті вище культури, однак гірше вимолочуються та мають дрібніше насіння. Тому для їх збирання комбайн потрібно обладнати додатковими пристроями й налаштувати відповідний режим роботи.

Забур'яненість полів ускладнює процес збирання хлібів, оскільки на час збирання стебла зернових злаків сухі, а бур'яни мають вологість орієнтовно 70 %, що призводить до погіршення якості обмолоту й сепарування. Крім того, насіння бур'янів може збиратися разом із зерном культурної рослини або ж обсіпатися на ґрунт.

Отже, відокремлення стебла від кореня, а зерна від колоса для різних культур ставить особливі вимоги до комплектування та налаштування збиральної машини.

#### 1.4. Технології збирання та засоби механізації, що їх забезпечують

Залежно від стану рослин, сортів і ґрунтово-кліматичних умов зернових культур збирають комбайновим і некомбайновим способами.

**Комбайнова технологія збирання** може бути однофазною (пряме комбайнування) і двофазною (роздільне комбайнування) з наступним обробленням зерна на стаціонарних зерноочисних і сушильних комплексах та збиранням незернової частини врожаю.

**Однофазна технологія — пряме комбайнування.** Зернозбиральний комбайн зрізає або вичісує рослини, обмолочує хлібну масу, відокремлює зерно від соломи, очищує його від домішок і збирає продукти обмолоту (зерно, полова й солома). Зерно збирають у бункер комбайна, а солому й полову укладають у копиці чи валки на полі, подрібнюють і збирають у причепа або ж розкидають по полю. Усі ці операції комбайн виконує одночасно в єдиному безперервному потоці.

Прямим комбайнуванням (рис. 1.1, с. 18) збирають малозабур'янені зернові, які досягають рівномірно, та такі, що перестояли, зріджені (густота стеблостою менше 300 рослин на 1 м<sup>2</sup>) і низькорослі (довжина стебел менше 50 см) культури, а також культури з підсівом трав. Збирання починають при повній стиглості зерна вологістю не більше 25 %.

Агротехнічні вимоги при прямому комбайнуванні допускають за жаткою комбайна до 1 % втрат зерна при збиранні прямостоячих хлібів і до 1,5 % полеглих. Втрати зерна за молотаркою не повинні перевищувати 1,5 % при збиранні зернових колосових і 2 % при збиранні рису. Подрібнення не може бути більшим 1 % для насінневого зерна, 2 % для продо-





Рис. 1.1. Однофазна технологія — пряме комбайнування

вольчого, 3 % для зернобобових і круп'яних культур і 5 % для рису. Чистота зерна в бункері має бути не нижчою 95 %.

Для збирання зернових культур однофазним способом використовують зернозбиральні комбайни.

**Двофазна технологія — роздільне комбайнування.** Рослинну масу зрізають та обмолочують не за один прохід по полю, а роздільно, тобто за дві фази. Спочатку рослини зрізають та укладають у валки валковими жатками для підсихання й досягання зерна (перша фаза) (рис. 1.2), а через 3–5 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається так само, як і за однофазного способу.

При використанні такого способу збиральні роботи розпочинають на 5–10 днів раніше, ніж за однофазного, коли зерна досягли середини воскової стиглості, що відповідає вологості зерна 25–35 %. Стебла у валках підсихають, бур'яни в'януть, а зерно дозріває. При скошуванні рослин у фазі воскової стиглості зерна зменшується його вибивання робочими органами жатки. Крім того, значно полегшується наступний обмолот та очищення зерна, пропускну здатність молотарки помітно підвищується.



Рис. 1.2. Перша фаза двофазної технології — зрізання та вкладання у валки хлібної маси валковими жатками



Однак за такої технології збиральні машини рухаються полем двічі, а це призводить до збільшення затрат на збирання врожаю.

Роздільним комбайнуванням збирають культури, які досягають нерівномірно (горох, овес, просо та ін.), схильні до осипання й полягання, високостеблові культури та забур'янені посіви, а також ті, густина яких не менша 300–350 рослин на 1 м<sup>2</sup>, а висота не менша 60 см. Висота зрізання у валкових жаток — 12–25 см (для жита 25–30 см). Полеглі зернові скошують на мінімальній висоті. В умовах підвищеної вологості формують тонкі широкі валки, а в сухих умовах — неширокі товсті з похилом стебел 10–30° до подовжньої осі валка. Втрати зерна від осипання та вибивання його робочими органами жатки менші, ніж при однофазному способі.

Валкові жатки відрізняються за призначенням (зернові, бобові, спеціальні) і способом агрегування.

Для скошування зернових культур і вкладання їх у валки використовують жатки: навісні (ЖВН-6Б, ЖРБ-4,2А, ЖВР-10А), які навішують на зернозбиральні комбайни, причіпні (ЖВП-4,9, ЖВП-6), що агрегують із колісними тракторами класу 1,4, та самохідні валкові жатки (ЖБВ-4,2, ЖВН-6Б-01, ЖБВ-5, ЖВР-10-03А), які агрегують зі спеціальними енергетичними засобами КПС-5Г, КПС-5Б та Д-101А.

Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу (54-102А), полототно-конвеєрними (ППТ-3А) та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни (рис. 1.3).

Агротехнічні вимоги до роздільного комбайнування допускають втрати зерна за валковою жаткою для прямостоячих хлібів не більше 0,5 %, для полеглих — 1,5 %. Втрати за молотаркою не повинні перевищувати 1 %. Чистота зерна в бункері має бути не менше 96 %.

При виборі способу збирання треба мати на увазі, що:

— при однофазному способі збирання високо- й середньоврожайних зернових собівартість зазвичай нижча, ніж при двофазному;



Рис. 1.3. Друга фаза двофазної технології — підбирання та обмолочування валків

- економічні переваги двофазного збирання відчутні в зоні сухих степів, при врожайності зерна нижче 20 ц/га;
- двофазне збирання дає змогу виключити штучне сушіння зерна та відокремити в комбайні вегетативні частини й насіння бур'янів;
- у разі негоди якість зерна у валках може суттєво погіршитися, а його втрати зростуть.

Крім самохідних зернозбиральних комбайнів, існують причіпні, навісні та модульні. Розширення способів агрегування обумовлене прагненням до збільшення річного завантаження (відповідно до зменшення терміну окупності) для моторно-трансмісійної установки, органів керування та ходової частини, вартість яких становить значну частину від вартості комбайна в цілому.

Незернову частину врожаю при прямому та роздільному комбайнуванні можна збирати з утворенням копиць об'ємом 9–20 м<sup>3</sup>, укладати у валки з наступним потоковим підбиранням чи подрібненням і рівномірним розкиданням по полю. Відповідно комбайни обладнують копнувачами, валкоутворювачами або подрібнювальними апаратами та пристроями для збирання полови й подрібненої соломи або для їх розкидання по полю.

При *копицевій технології* використовують зернозбиральний комбайн із копнувачем та солемозбиральні засоби: волокуші (штовхальні й торосові), копицевози, навантажувачі та стогоклади.

При *валковій технології* використовують комбайн із валкоутворювачем і машини для збирання валків: прес-підбирачі, підбирачі-стоготворювачі, підбирачі-ущільнювачі та ін. Надалі використовують машини, що підбирають тюки чи рулони або стоги й транспортують їх до місця складування.

При *потоковій технології* на зернозбиральних комбайнах установлюють пристрої для подрібнення та спеціальні причеми для збирання полови й подрібненої соломи, яку транспортують до місця скиртування.

Якщо немає потреби збирати солому й полову, то їх подрібнюють і рівномірно розкидають по полю.

**Некомбайнові способи збирання зернових культур** — це нові індустриально-потоківі технології з обробленням врожаю на стаціонарних комплексах. Їх використовують для збирання високоврожайних зернових культур і насінних посівів трав при нормальній вологості зерна, коли весь біологічний урожай або його частину вивозять на стаціонарний пункт для обмолоту, сепарування та очищення зерна. Для таких способів характерний певний розрив у часі між скошуванням та обмолочуванням. При цьому зменшується інтенсивність робіт, оскільки технологічний процес обмолоту не треба виконувати терміново.

Крім того, інколи застосовують потіковий спосіб збирання, при якому хлібну масу вивозять на край поля, складають у копиці, а потім обмолочують пересувною молотаркою.

При використанні таких способів істотно зменшується складність і ціна мобільного збирального обладнання, проте зростають витрати на транспортування хлібної маси з поля та виникають проблеми з утилізацією незернової частини врожаю. Через зростання цін на енергоносії не виключено, що в окремих випадках такий спосіб організації збирання може виявитися економічно привабливим.

### 1.5. Класифікація зернозбиральних комбайнів

Сучасний зернозбиральний комбайн є складною, універсальною та багатофункціональною технікою, здатною механізувати збирання різних культур. Зернозбиральні комбайни можна класифікувати за призначенням, способом агрегування, типом молотильно-сепарувального пристрою, напрямком руху хлібної маси в процесі дії на неї робочих органів, а також за компоновальними схемами, пропускнуою здатністю та конструкцією ходової частини.

**За призначенням** комбайни бувають: *загального призначення* (універсальні) — для збирання зернових колосових культур, зернобобових і круп'яних, насінників трав та ін.; *спеціальні* — для збирання високоврожайних зернових культур і рису, зернових культур на схилах, на насінних ділянках (селекційних), зеленого гороху.

**За способом агрегування** комбайни поділяють на: *самохідні* (із двигуном, який приводить у рух робочі органи й ходову частину); *причіпні* (робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора або від двигуна, встановленого на комбайні); *навісні* (навішуються на самохідне шасі або трактор); *комбіновані* (агрегуються з універсальними тракторами й реалізують поєднання причіпного та начіпного комбайнів); *блоково-модульні* на основі енергозасобу.

**За типом молотильно-сепарувального пристрою** розрізняють комбайни з класичною схемою молотарки, роторні та гібриди.

У комбайнах *із класичною схемою молотарки* (рис. 1.4, с. 22) одно- або двобарабанні молотильні апарати розміщені впоперек осі комбайна та напрямку руху хлібної маси, а сепаратор грубого вороху — клавішний соломотряс.

У *роторних комбайнах* (рис. 1.5, с. 22) обмолочування і сепарування хлібної маси здійснюють за допомогою подовжнього ротора (або двох роторів).

При використанні *гібридної схеми* (рис. 1.6, с. 22) обмолочування здійснюють барабаном класичної схеми, а сепарацію грубого вороху — роторними соломосепараторами.

**За пропускнуою здатністю молотильного апарата (кг/с)** комбайни поділяють на класи. Клас комбайна залежить від ширини молотарки, загальної та ефективної площі сепарації зерна, площі очищення решет, місткості бункера й потужності двигуна.

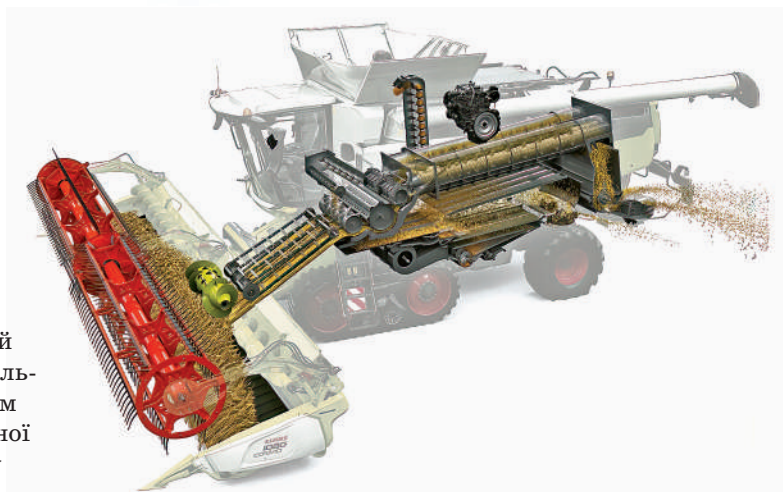
Залежно від потужності двигуна та пропускнуої здатності молотарки зернозбиральні комбайни поділяють на класи (табл. 1.1, с. 23).

*Рис. 1.4.*  
Зернозбиральний  
комбайн із молотильно-сепарувальним пристроєм класичної схеми обмолоту



*Рис. 1.5.* Зернозбиральний  
комбайн із молотильно-сепарувальним пристроєм роторної схеми обмолоту

*Рис. 1.6.*  
Зернозбиральний  
комбайн із молотильно-сепарувальним пристроєм гібридної схеми обмолоту



Таблиця 1.1

## Ознаки розподілу зернозбиральних комбайнів за класами

Клас	Потужність двигуна, к.с.	Пропускна здатність молотарки, кг/с
4	150–200	7–8
5	200–250	9–11
6	250–350	11–14
7	350–400	14–16
8	400–500	16–19
9	> 500	> 19

Згідно з наведеними даними подано таблицю розподілу за класами зернозбиральних комбайнів основних фірм-виробників (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

## Приклади розподілу зернозбиральних комбайнів за класами

Клас	Потужність двигуна, к.с.	Пропускна здатність молотарки, кг/с	Марка комбайна
4	148	7–8	«Sampo Rosenlew SR 2065»
	175		«Deutz-Fahr 5485 HT»
	204		«New Holland TC 56 Hydro»
	220		«Vektor 420»
5	235	9–11	КЗС-9-1 «Славутич»
	245		«Medion 340»
	250		«Acros 530»
	250		«Sampo Rosenlew SR 3085 TS»
	255		«Massey Ferguson 7246 Aktiva»
	260		«Mega 370»
	260		«Tucano 440»
	265		«John Deere 9560 WTS»
	272		«New Holland CS 6080»
	275		«Tucano 450»
295	«Claas Lexion 530»		
6	299	11–14	«New Holland TX 68»
	308		«John Deere 9600»
	309		«Case Axial-Flow AF 2388»
	366		«Deutz-Fahr 5695 HTS»



Продовження табл. 1.2

Клас	Потужність двигуна, к. с.	Пропускна здатність молотарки, кг/с	Марка комбайна
7	350	14–16	«John Deere T660»
	360		«Claas Lexion 560»
	380		«Massey Ferguson 7274 Cerea»
8	350	16–19	«Massey Ferguson 9790»
	425		«Case Axial-Flow AFX 8010»
	450		«Claas Lexion 580»

За напрямком руху потоку збираної зерностеблової маси, що подається в молотильний апарат, комбайни поділяють на прямопотокові та непрямопотокові. *Прямопотокові комбайни* працюють за двома схемами: подовжньо-прямопотоковою і поперечно-прямопотоковою. *Непрямопотокові комбайни* поділяють на Г-, Т- і П-подібні.

За конструкцією ходової частини розрізняють колісні, гусеничні та напівгусеничні комбайни. Для підвищення прохідності на деяких комбайнах установлюють спарені колеса або обидва мости є ведучими.

### 1.6. Загальна будова та робочий процес зернозбирального комбайна

Зернозбиральний комбайн це складний агрегат, який використовують одночасно для скошування й обмолоту рослин, сепарації та очищення зерна, а також для збору в бункер зернової фракції. За його допомогою виконують також операції зі збирання незернової частини врожаю: збір соломи в копиці, укладання у валки або розкидання подрібненої соломи та полови по полю.

Більшість зернозбиральних комбайнів мають подібну компоувальну схему, при якій на корпусі молотарки змонтовано всі вузли й системи.

Склад такого агрегата змінюють залежно від завдань та умов збирання сільськогосподарських культур.

Комбайн (рис. 1.7) складається із жатної частини 1 з похилою камерою 2, молотильного пристрою 3, сепарувального пристрою 4 для відділення зерна від соломи (соломотряс або ротор), очищення зернового вороху 5, зернового бункера 6 із вивантажувальним шнеком 7, пристрою для збирання чи подрібнення незернової фракції (у цьому разі подрібнювач 8), кабіни 9 з органами керування, двигуна 10 (дизеля), трансмісії 11 для передання крутного моменту на ведучі колеса та на робочі органи комбайна, ходової частини 12 (керованих і ведучих коліс або гусениць), механічного й гідравлічного приводу, електрообладнання, системи автоматичного контролю та керування.

Розглянемо технологічний процес роботи зернозбирального комбайна при прямому комбайнуванні, що має класичну схему молотарки,

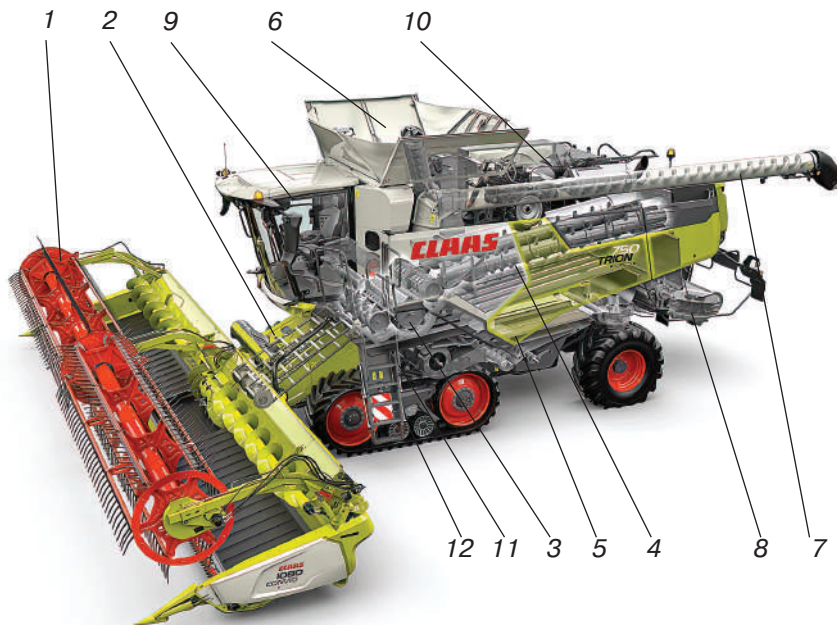


Рис. 1.7. Загальна будова зернозбирального комбайна:

1 — жатна частина; 2 — похила камера; 3 — молотильний пристрій; 4 — сепарувальний пристрій для відділення зерна від соломи; 5 — пристрій для очищення зернового вороху; 6 — зерновий бункер; 7 — вивантажувальний шнек; 8 — подрібнювач незернової фракції; 9 — кабіна з органами керування; 10 — двигун (дизель); 11 — трансмісія; 12 — ходова частина

у якій молотильний барабан розміщено поперек подання хлібної маси, а сепаратор грубого вороху — клавішний соломотряс.

Комбайн (рис. 1.8, с. 26) під час руху по полю подільниками 2 відокремлює смугу хлібостою, що відповідає ширині захвату жатки. У процесі руху комбайна граблини мотовила 4 захоплюють стебла й підводять до різального апарата 3, який зрізає їх. Зрізані стебла мотовило вкладає на шнек 5, спіральні витки якого переміщують їх до середини жатки. Тут пальцевий механізм шнека захоплює зрізані стебла з колосками та спрямовує їх по днищу до вікна жатки 1 і далі до похилої камери 6, планки транспортера якої по днищу переміщують скошену хлібну масу в молотильний апарат до прискорювального барабана 8, а потім до молотильного барабана 10.

У молотильному апараті хлібна маса обмолочується завдяки удару бил барабана 10 і протягування її крізь зазор між барабаном і нерухомим підбарабанням 9. При цьому більша частина вимолоченого зерна з домішками (дрібний ворох) просипається крізь решітку підбарабання на стрясну дошку 16. Грубий ворох (солому із залишками зерна та колоски) барабан 10 викидає до відбійного бітера 12, який змінює напрям його руху, розпушує і спрямовує на передню частину клавіш соломотряса 13.

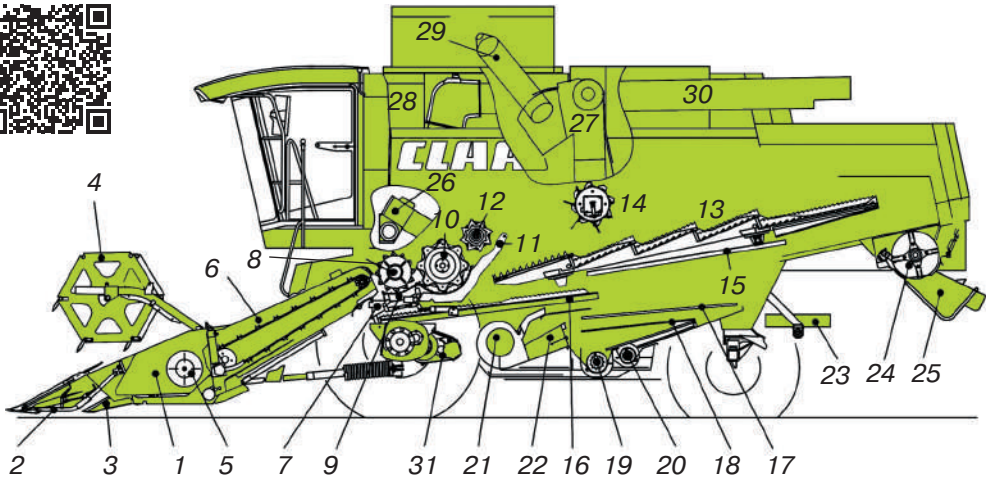


Рис. 1.8. Технологічний процес роботи зернозбирального комбайна:

- 1 — жатка; 2 — подільник; 3 — стеблоріддймач; 4 — мотовило; 5 — шнек; 6 — похила камера з транспортером; 7 — каменевловлювач; 8 — прискорювальний барабан; 9 — вхідне підбарання; 10 — молотильний барабан; 11 — головне підбарання; 12 — відбійний бітер; 13 — соломотряс; 14 — MSS барабан; 15 — скатна дошка; 16 — стрясна дошка; 17 — верхнє решето; 18 — нижнє решето; 19 — зерновий шнек; 20 — колосовий шнек; 21 — вентилятор очищення; 22 — повітряний канал; 23 — розкидач полови, 24 — подрібнювач соломи; 25 — розкидач соломи; 26 — колосовий елеватор; 27 — зерновий елеватор; 28 — зерновий бункер; 29 — завантажувальний шнек; 30 — вивантажувальний шнек; 31 — трансмісія комбайна

Клавіші соломотряса 13 завдяки їхньому коливальному руху розділяють грубий ворох на дві фракції: солому та дрібний ворох. Солома транспортується далі соломотрясом і вкладається на поле у валки або подрібнюється й розкидається по полю. Дрібний ворох, що просипався крізь решітчасту поверхню клавіш, спрямовується їхніми днищами на стрясну дошку 16. Завдяки коливальному руху стрясної дошки дрібний ворох від молотильного апарата та соломотряса надходить на пальцеву решітку, а з неї — на верхнє 17 і нижнє 18 решета системи очищення. Тут дрібний ворох очищується від легких домішок (полови та збоїн) повітряним потоком, утвореним вентилятором 21, а також від великих домішок завдяки просипанню зерна крізь отвори в решетах під час їхнього коливального руху. Очищене зерно по скатній дошці нижнього решітчатого стану потрапляє до зернового шнека 19, який транспортує його до елеватора 27, а з нього — у похилий завантажувальний шнек і далі в зерновий бункер 28. Великі легкі домішки та солома з решет переміщуються до половонабивача, а звідти — на поле у валки. Недомолочені колоски, що просипалися крізь отвори подовжувача верхнього решета, та великі домішки з нижнього решета потрапляють у колосовий шнек 20, який транспортує цю суміш в елеватор колосків, а той — у домолочувальний пристрій, де вони додатково обмолочуються та шнеком розподіляються по ширині очищення. При

цьому колоски, які погано вимолочуються, можуть кілька разів циркулювати по колу «домолот — очищення», доки не будуть повністю вимолочені.

Коли бункер 28 заповниться зерном, його вивантажують у транспортний засіб шнеками: горизонтальним і поворотним похилим 30. Якщо комбайн обладнано копнувачем, то солома клавішами транспортується в пресувальну камеру, утворену соломонабивачем і лотком, а з неї соломонабивач пресує солому в камеру копнувача. Сюди потрапляє й половина від половонабивача. При наповненні копнувача його вміст розвантажують на поле, викладаючи копиці.

Якщо комбайн обладнано подрібнювачем, то солома надходить із клавіш соломотряса 13 до ротора подрібнювача 24 та після подрібнення разом із половиною потрапляє в приєднаний до комбайна причеп або її рівномірно розкидають по полю.

При роздільному комбайнуванні замість жатки встановлюють платформу-підбирач, яку приєднують до похилої камери жатної частини комбайна. У цьому разі пальці конвеєрної стрічки підбирають валки, укладені валковими жатками, і транспортують до шнека платформи-підбирача, який пальцевим механізмом спрямовує хлібну масу до плаваючого транспортера похилої камери. Далі технологічний процес відбувається так само, як і при прямому комбайнуванні.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Якою має бути потужність для обмолочування 1 кг маси за 1 с для комбайна з класичною молотаркою, роторною, гібридною (комбінованою)?
2. Визначте особливості дозрівання та обмолочування різних культур. Чому це важливо враховувати під час вибору технології збирання та при регулюванні комбайна?
3. Порівняйте однофазну та двофазну технології збирання зернових. Які їхні переваги й недоліки? Коли їх доцільно використовувати?
4. Проаналізуйте класифікацію зернозбиральних комбайнів. Яка необхідність у створенні різних типів комбайнів? Обґрунтуйте, який тип комбайна доцільно використовувати.
5. Поясніть, від яких параметрів залежить клас комбайна. Комбайн якого класу ви виберете для свого господарства й чому?
6. Обґрунтуйте призначення складових частин зернозбирального комбайна. Поясніть доцільність використання комбайнів із різними молотильно-сепарувальними пристроями.
7. *Виконайте тестове завдання.*  
Визначте, куди потрапляють недомолочені колоски, що просипалися крізь отвори подовжувача верхнього решета, та великі домішки з нижнього решета  
**А** у колосовий шнек, який транспортує цю суміш в елеватор колосків, а той — у домолочувальний пристрій  
**Б** викидаються на поле разом із половиною  
**В** викидаються на поле разом із соломою  
**Г** у зерновий шнек, який транспортує цю суміш до елеватора, а той — у зерновий бункер

## Розділ 2

### ЖАТНІ ЧАСТИНИ Й ОБЧІСУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Жатна частина призначена для відокремлення смуги стебел хлібною певної ширини, їхнього зрізання та подання в приймальну камеру молотарки.

Розглянемо жатну частину комбайна КЗС-9-1 «Славутич». Вона складається із жатки *A* (рис. 2.1), проставки *B* та похилої камери *B*.

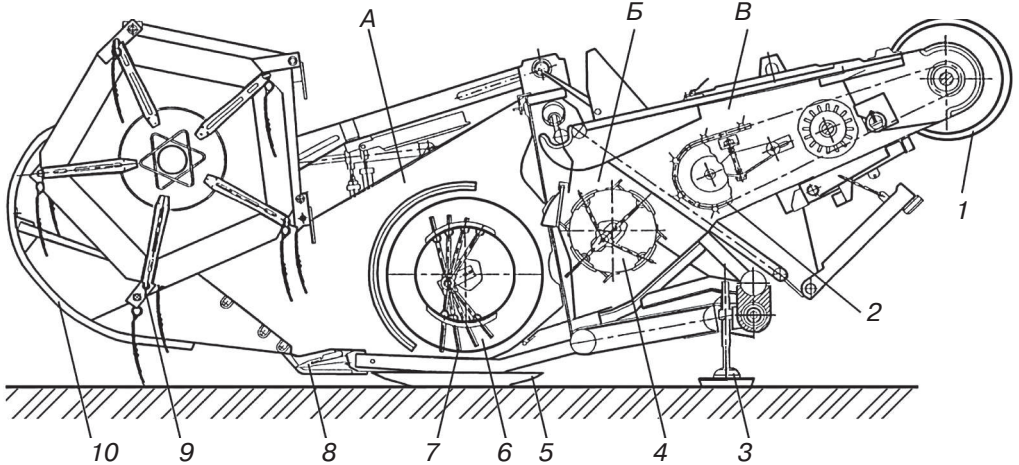


Рис. 2.1. Жатна частина комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

*A* — жатка; *B* — проставка; *B* — похила камера; 1 — шків верхнього вала плаваючого транспортера; 2 — плаваючий транспортер; 3 — гвинтовий домкрат; 4 — бітер проставки; 5 — копіювальний башмак; 6 — шнек; 7 — пальцевий механізм шнека; 8 — різальний апарат; 9 — мотовило; 10 — подільник

Остов жатки разом із днищем, боковинами та задньою стінкою утворює просторовий каркас, на якому змонтовано башмаки 5, подільники 10, мотовило 9, різальний апарат 8 і шнек 6 із пальцевим механізмом 7. У корпусі проставки розміщено бітер 4, а в корпусі похилої камери — плаваючий транспортер 2.

У середній частині задньої стінки виконано прямокутне вікно, через яке скошена хлібна маса потрапляє до проставки *B* та далі до похилої камери *B*. Загальний вигляд жатки зернозбирального комбайна показано на *рисунку 2.2*.

#### 2.1. Пристрої для копіювання жаткою нерівностей поверхні поля

Щоб жатка комбайна КЗС-9-1 «Славутич» могла копіювати рельєф поля, її корпус шарнірно з'єднано з корпусом проставки в трьох точках за допомогою центрального шарніра 8 (рис. 2.3) і двох підвісок 2 механізму зрівноважування.



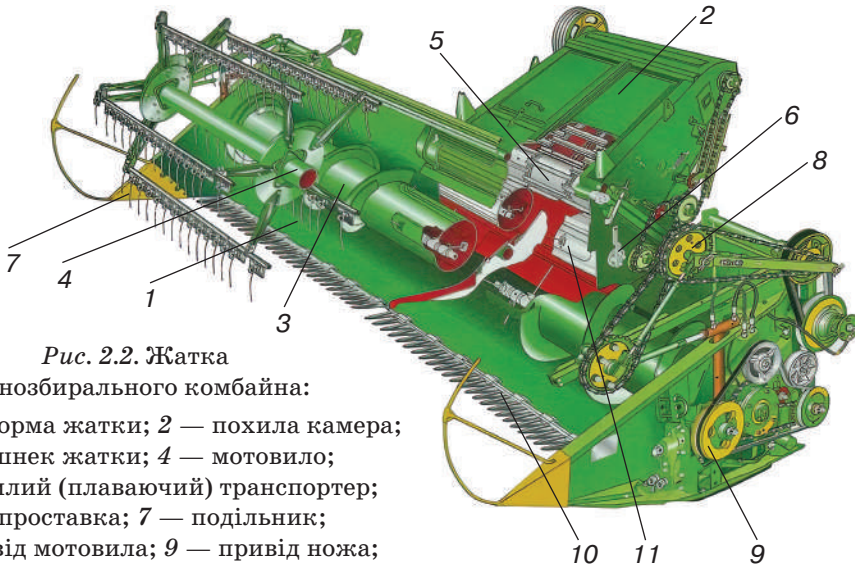


Рис. 2.2. Жатка

зернозбирального комбайна:

- 1 — платформа жатки; 2 — похила камера;  
 3 — шнек жатки; 4 — мотило;  
 5 — похилий (плаваючий) транспортер;  
 6 — проставка; 7 — подільник;  
 8 — привід мотвила; 9 — привід ножа;  
 10 — різальний апарат; 11 — бітер проставки

Корпус проставки нерухомо прикріплений до корпусу похилої камери, однак за потреби його можна швидко від'єднати за допомогою гвинтового з'єднання.

Похилу камеру шарнірно приєднано до корпусу 5 молотарки з можливістю переміщення у вертикальній площині за допомогою двох гідроциліндрів 6, які опираються на балку 7 моста ведучих коліс.

При поперечному копіюванні поверхні поля відбувається взаємне переміщення вікон у задній стінці жатки та проставки. А при подовжньому — змінюється кут між днищем жатки та проставкою. Зміщення взаємного розташування двох вікон вимагає надійного ущільнення проміжків між ними, щоб виключити втрати зерна за жатною частиною під час переміщення хлібної маси до молотарки.

Для зрівноважування жатки й копіювання нею рельєфу поля використовують пристрої, які за способом сприйняття нерівностей поля можна поділити на механічні, електронно-гідрравлічні та плаваючі (комбіновані).

Механічні копіювальні пристрої виконано у вигляді башмаків, які безпосередньо контактують із поверхнею поля й забезпечують

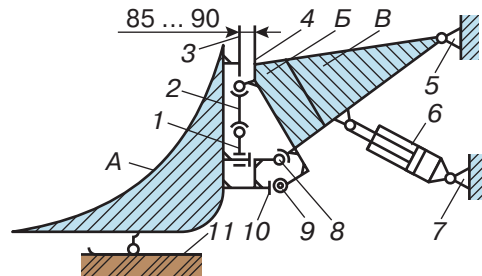


Рис. 2.3. Схема шарнірних з'єднань жатної частини з комбайном КЗС-9-1 «Славутич»:

- А — корпус жатки; Б — корпус проставки; В — корпус похилої камери;  
 1 — важіль; 2 — підвіска;  
 3 і 4 — упори; 5 — корпус молотарки;  
 6 — гідроциліндр; 7 — балка моста ведучих коліс; 8 — центральний шарнір;  
 9 — ролик; 10 — шочка; 11 — башмак



копіювання рельєфу поля як у подовжньому, так і в поперечному напрямках. Зменшення тиску на башмаки забезпечують механізми зрівноважування, обладнані пружинами або пневмогідроаккумуляторами. За таким принципом працюють жатки комбайнів «Славутич», «Нива» тощо.

Недоліком механічних пристроїв копіювання є виникнення додаткового опору переміщенню комбайна полем внаслідок значного тертя башмаків об ґрунт.

Велектронно-гідравлічних пристроях копіювання нерівності поверхні рельєфу поля сприймають копії, або щупи. Виконавчими механізмами цих пристроїв є гідроциліндри, одні з яких переміщують жатку в подовжньому напрямку, а інші — у поперечному. Керує процесом комп'ютер. За таким принципом працюють жатки комбайнів фірм «Massey Ferguson», «Claas», «Case IH» та ін.

Для копіювання рельєфу поля використовують також плаваючі різальні апарати, які є комбінацією двох попередніх способів. Різальний апарат копіює рельєф поля, спираючись на башмаки, а висоту встановлення жатки регулюють за допомогою гідроциліндрів, керованих комп'ютером. Такі апарати використовують американські фірми на жатках для збирання сої та полеглих колосових зернових культур.

### 2.1.1. Механічне зрівноважування жатки

Розглянемо його на прикладі КЗС-9-1 «Славутич» (рис. 2.4). Механічне зрівноважування жатки комбайна забезпечує заданий тиск опорних башмаків 3 і 13 на ґрунт, при «замкнених» гідроциліндрах, щоб жатка могла копіювати нерівності поля. За потреби вона може працювати також без копіювання. Механізм зрівноважування вимикають під час транспортних переїздів комбайна на значні відстані.

Механізм складається з правої 7 і лівої 9 підвісок, двоплечих важелів 5 і 11, перехідних ланок 4 і 12, блоків пружин 1 і 14 та пружинних розтяжок 16 і 17. Знизу корпус жатки спирається на башмаки 3 і 13, що ковзають по поверхні поля.

У робочому положенні жатка спирається башмаками на поверхню поля (рис. 2.4, а), а механізм зрівноважування зменшує тиск їх на ґрунт.

У зрівноваженому стані вага жатки компенсується силою розтягування блоків пружин. Кількість пружин у блоці (зазвичай чотири-п'ять в одному блоці) залежить від ширини захвату й ваги жатки.

Верхня частина жатки та проставка додатково з'єднані двома пружинними розтяжками 16 і 17 або встановленими на їхньому місці двома гідроциліндрами (на схемі не показані), які є складовими елементами гідромеханічної або електрогідравлічної системи автоматичного копіювання профілю поверхні поля.

Жатка копіює поверхню поля як у поперечному, так і в подовжньому напрямку. При цьому тиск башмаків 3, 13 на ґрунт має змінюватись у

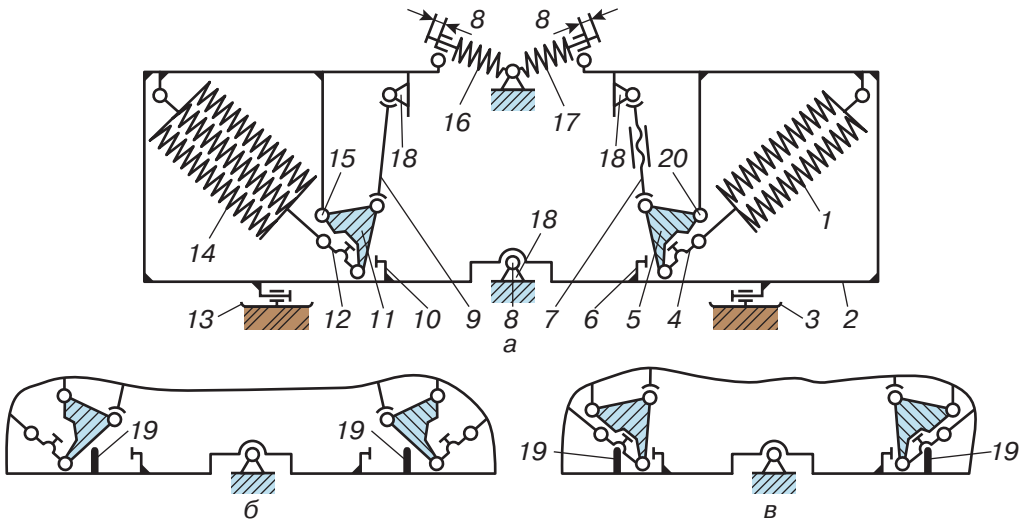


Рис. 2.4. Механізм зрівноважування жатки комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

*a* — з копіюванням; *b* — без копіювання; *в* — при транспортних переїздах на значні відстані; 1 і 14 — блоки пружин; 2 — корпус жатки; 3 і 13 — башмаки; 4 і 12 — перехідні ланки; 5 і 11 — двоплечі важелі; 6 і 10 — упори; 7 і 9 — підвіски; 8 — центральний сферичний шарнір; 15 і 20 — шарніри корпусу жатки; 16 і 17 — пружинні розтяжки; 18 — корпус проставки; 19 — штирі

межах 300–400 Н, що досягається відповідним натягом пружин 1, 14. При копіюванні поверхні поля, коли корпус жатки 2 піднімається щодо похилої камери, двоплечі важелі 5 і 11 повертаються навколо осі й послаблюють пружини 1, 14, а відстань між миттєвим центром повороту та лінією дії сили розтягування пружин 1, 14 збільшується. При опусканні жатки плече зазначеної сили, навпаки, зменшується, компенсуючи додаткове розтягнення пружин 1, 14. Отже, у шарнірно-важільній системі підтримується незмінним момент розтягування пружин і стабільний тиск башмаків на ґрунт.

Якщо один із башмаків наїжджає на виступ, а інший — на западину, то корпус жатки нахилиться на центральному сферичному шарнірі 8 і на шарнірах підвісок. Відповідно блок пружин з одного боку та пружинні розтяжки розтягнуться, а з іншого — стиснуться. Упор, приварений до корпусу жатки, обмежує опускання його вниз.

Якщо обидва башмаки потрапляють у западини, то блоки пружин і пружинні розтяжки розтягуються до моменту стикання двоплечих важелів з упорами 6 і 10, а корпус жатки повертається відносно центрального шарніра та шарнірів підвісок у подовжній вертикальній площині щодо руху комбайна. Піднімання корпусу жатки під час наїзду башмаків на виступ обмежується упорами 3 (рис. 2.3, с. 29) на корпусі жатки й упорами 4 на корпусі проставки.

Розворот жатки в горизонтальній площині обмежується щоками та роликами.

При переведенні жатки в транспортне положення її спочатку опускають відносно похилої камери, поки додаткове розтягнення пружин не компенсує частину ваги, що припадала на опорні башмаки. Гранична величина опускання жатки при копіюванні поверхні поля щодо похилої камери обмежена упорами 6, 10.

Для роботи без копіювання жатку піднімають гідроциліндрами й в отвори корпусу встановлюють штирі 19 (рис. 2.4, б, с. 31) так, щоб дво-плечі важелі спиралися на них.

При переїздах комбайна з начепленою жаткою на значні відстані механізм зрівноважування вимикають, установивши штирі в отвори корпусу жатки так, щоб на них спиралися перехідні ланки 4 і 12 (рис. 2.4, в, с. 31).

Якість копіювання й кути відхилення жатки залежать від правильно-го налаштування механізму зрівноважування й стану його складових.

Перед регулюванням видаляють штирі 19 (рис. 2.4, б, с. 31) з отворів кронштейнів і піднімають жатку частину, поки башмаки відірвуться від поверхні поля. Пружинні розтяжки 16 і 17 при цьому вільно провиснуть. Регульовальними гвинтами розтяжок установлюють зазор 8 мм між головками гвинтів та опорними поверхнями сферичних підшипників. Одночасно виставляють задану висоту зрізання, установлюючи башмаки у відповідне положення щодо корпусу жатки. Мотовило переміщують до похилої камери й опускають його в крайнє нижнє положення. Потім опускають жатку на поверхню поля, поки утвориться зазор 85–90 мм між упорами 3 і 4 (див. рис. 2.3, с. 29). Регулювання здійснюють, змінюючи натягнення пружин обох блоків 1 і 14 (рис. 2.4, а, с. 29), щоб зусилля на кінцях переднього бруса біля кожного подільника дорівнювало 300–400 Н. Запас натягу пружин має бути 100–150 мм.

Отже, у правильно відрегульованій шарнірно-важільній системі підтримується незмінним момент сил розтягування пружин і стабільний тиск башмаків на ґрунт, що забезпечує копіювання рельєфу поля жаткою в заданому діапазоні.

**Башмаки**, на які опирається жатка, копіюють нерівності поля й підтримують її, забезпечуючи задану висоту зрізання. Башмак 1 (рис. 2.5) має форму коритоподібної лижі. Він виготовлений зі сталі та шарнірно приєднаний до двоплечого важеля 4 з отворами *E* і *Д*. Вісь важеля вільно встановлена на головній балці жатки.

Залежно від суміщення отворів *Д*, *E* важеля та косинки *A*, *Б*, *В*, *Г* змінюється висота зрізання: *A* і *E* — 50 мм; *Б* і *Д* — 100 мм; *В* і *E* — 145 мм; *Г* і *Д* — 185 мм.

Під час технічного обслуговування (ТО) потрібно змащувати шарніри елементів механізму зрівноважування, ролики обмеження повороту жатки в горизонтальній площині та центральний сферичний шарнір відповідно до рекомендованої періодичності.

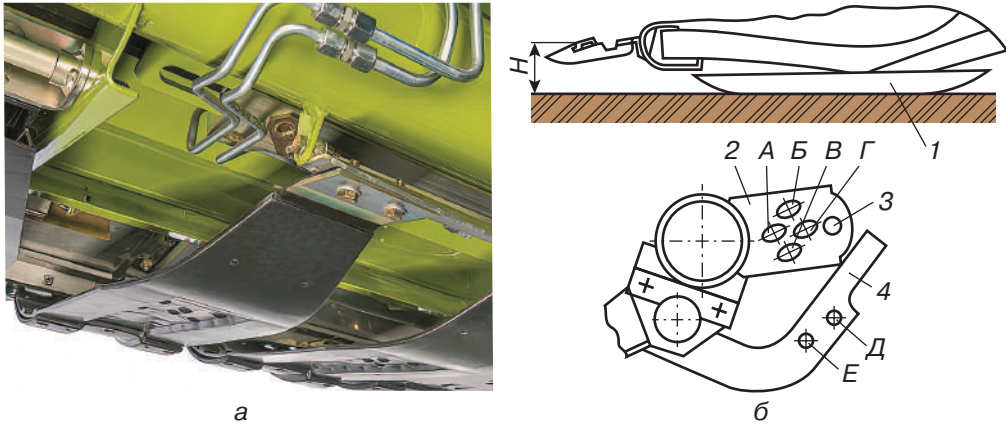


Рис. 2.5. Башмаки:

*а* — башмаки жатки «Maxflex Claas»; *б* — регулювання висоти зрізу положенням башмака при суміщенні отворів у косинці та важелі жатки комбайна КЗС-9-1 «Славутич»: 1 — башмак; 2 — косинка; 3 — штир-запобіжник; 4 — важіль; *H* — висота зрізання

Під час виконання робіт із налагодження і ТО під піднятою жатною частиною потрібно дотримуватися правил безпеки — на лівому плунжерному гідроциліндрі піднімання треба зафіксувати запобіжний упор. А при регулюванні зусилля тиску башмаків на ґрунт жатку потрібно опустити на гвинтові домкрати.

### 2.1.2. Електронно-гідролічні системи копіювання нерівності поверхні поля

Перехід на системи автоматичного копіювання поверхні поля, такі як «Auto Contour» (рис. 2.6, с. 34), спричинив принципові зміни в конструкції стикувального вузла між жаткою і похилою камерою.

У деяких варіантах конструкцій комбайнів верхня частина жатки й проставка додатково можуть бути з'єднані двома гідроциліндрами. При цьому гідроциліндри стають складовими елементами гідромеханічної або електронно-гідролічної системи автоматичного копіювання профілю поверхні поля, а механічні системи зрівноважування відсутні. Усі їхні функції виконує керована бортовим мікрокомп'ютером гідросистема. А функцію механічної частини системи зведено до забезпечення можливості незалежного повороту жатки щодо похилої камери навколо подовжньої та поперечної осі. Тому багато фірм відмовилися від з'єднання компонентів жатної частини між собою жатки та проставки чи похилої камери за допомогою традиційного шарового шарніра. Оскільки за відсутності шарніра стабілізувалася відстань між елементами транспортування хлібної маси між жаткою та похилою камерою і кут між їхніми днищами, тому немає потреби в бітері проставки.

Система стикування похилої камери й жатки (рис. 2.6, с. 34) комбайна, обладнаного системою автоматичного копіювання, включає короб-

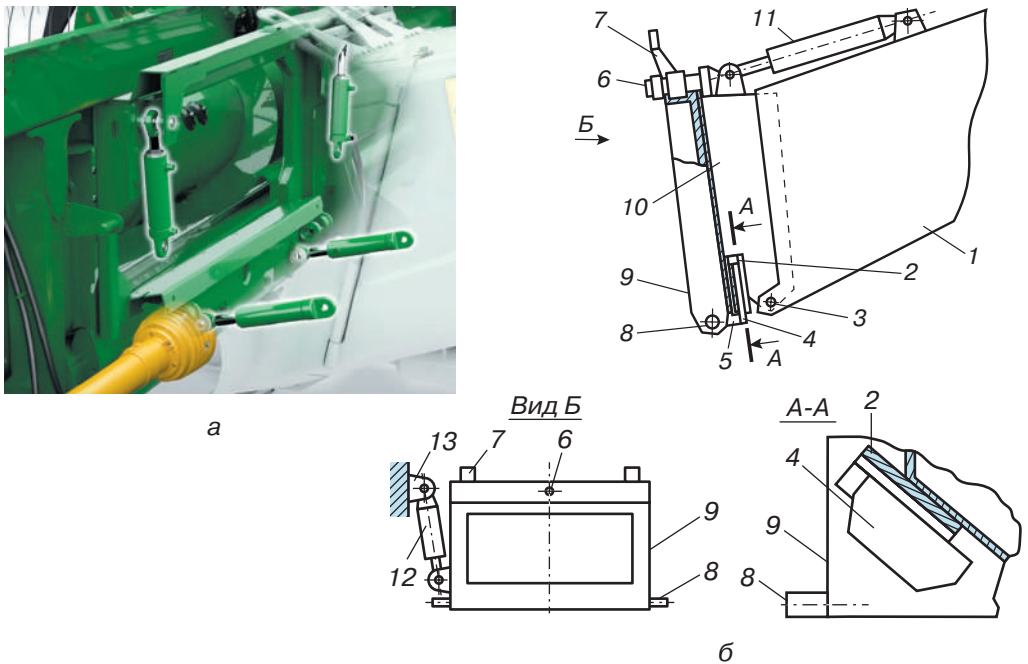


Рис. 2.6. Принципова схема стикувального вузла між похилою камерою та жаткою (а) і розміщення гідроциліндрів зміни кута нахилу днища жатки (б):

1 — похила камера; 2 — напрямна; 3, 6 — шарніри; 4 — полоз; 5 — кронштейн; 7, 8 — стикувальні зачепи; 9 — тамбур поперечного копіювання; 10 — тамбур поздовжнього копіювання; 11, 12 — гідроциліндри; 13 — кронштейн

частий тамбур 10 прямокутної форми, з'єднаний із нижньою частиною корпусу похилої камери циліндричним шарніром (віссю) 3. У верхній частині тамбур подовжнього копіювання 10 може бути з'єднаний із похилою камерою 1 гідроциліндрами 11 («Deutz-Fahr») або гвинтовими стяжками («John Deere»). Другий тамбур — поперечного копіювання 9 у верхній частині з'єднаний із першим подовжнім шарніром 6, а внизу — двома полозами 4, що входять до напрямних пазів 2. Гідроциліндр 12 може бути закріплений кінцями або на жатці й тамбурі 10, або на різних тамбурах. Обидва тамбури мають вікна прямокутного перерізу, які під час переїзду та зберігання можуть закриватися спеціальними щитками. Крім того, тамбур поперечного копіювання 9, який відповідно до зарубіжної термінології інколи називають *маятниковою рамкою*, забезпечений стикувальними зачепами 7, 8.

При стикуванні жатки з комбайном стикувальні зачепи 7 підводять під відповідні скоби, змонтовані на її корпусі горизонтально (їх добре видно з робочого місця комбайнера), і за допомогою гідроциліндрів піднімають похилу камеру. Момент від дії сили тяжіння повертає корпус жатки відносно зачепів 7, і вона щільно прилягає зовнішньою поверхнею задньої стінки до відповідної поверхні тамбура 9. Після цього



потрібно зафіксувати нижні зачепи 8, установити карданний вал приводу робочих органів жатки й з'єднати швидкознімними муфтами та роз'ємами гідравлічні рукави й електропроводку.

При інших варіантах стикування жатки з комбайном закріплені на корпусі похилої камери горизонтальні навісні жолоби (уловлювачі) підводять під відповідні цапфи поперечної труби, розташованої у верхній частині корпусу проставки.

Подовжнє копіювання поверхні поля може здійснюватися за рахунок повороту жатки навколо осі шарнірів 3 (рис. 2.6). Воно необхідне при різкому переході від рівної поверхні на схил (або навпаки). У цьому випадку за допомогою гідроциліндрів 11 можна швидко змінити кут нахилу днища жатки.

Практична значущість цієї функції збільшується в комбайнів крутосхильних модифікацій, здатних автоматично вирівнювати корпус молотарки щодо горизонту. У більшості інших випадків достатньо мати можливість регулювання кута нахилу днища жатки, наприклад за допомогою гвинтових стяжок, оскільки стабільність висоти зрізання автоматично підтримують гідроциліндри. Водночас вони можуть бути частково розвантажені паралельно встановленими пружинами. Якщо ширина захвату жатки перевищує шість метрів, кількість пружин може бути збільшена до трьох (комбайни «Mega» фірми «Claas»).

Поперечне копіювання здійснюють за рахунок повороту жатки навколо осі 6 за допомогою гідроциліндра 12 (рис. 2.6). При цьому полози 4 ковзають усередині пазів відповідних напрямних 2. Особливо актуальна ця функція в комбайнів з автоматичним вирівнюванням корпусу молотарки щодо горизонту. Межі зміни поперечного нахилу жатки варіюють від 4° у комбайна «Challenger 660/670» до 20° — у крутосхильного комбайна «Deutz-Fahr 5650». У комбайнів «John Deere» серії 9000 межі поперечного копіювання обмежені 9°. Під час переїздів гідравлічну систему копіювання блокують.

### 2.1.3. Автоматичні системи керування жаткою

Комбайни «Claas» можуть бути оснащені гідропневматичною системою врівноваження «Active Float» (рис. 2.7). Завдяки їй тиск ножового бруса на ґрунт можна адаптувати до умов збирання, не виходячи з кабіни. Це гарантує точне ведення жатки по висоті, забезпечуючи її оптимальний тиск на ґрунт.

Роботу системи автоматичного копіювання забезпечують

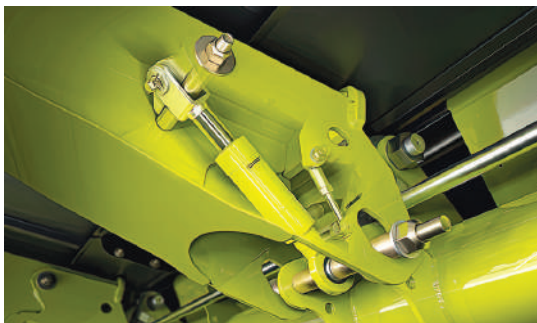


Рис. 2.7. Елементи гідропневматичної системи врівноваження «Active Float»





Рис. 2.8. Скоби-копіри під жаткою, що виконують функції механічних датчиків

механічні датчики (рис. 2.8), установлені під днищем жатки замість описаних раніше традиційних, регульованих по висоті башмаків.

Датчики реєструють висоту жатки й вагове навантаження, забезпечуючи під час роботи автоматичну зміну положення жатки або її гідравлічну підтримку за допомогою гідроциліндрів відповідно до запрограмованих налаштувань. Крім того, за допомогою додаткових датчиків, установлених із зовнішніх боків жатки, реєструються нерівності ґрунту, що виникають по всій ширині захвату. За рахунок цього навіть за високої швидкості руху залежно від умов експлуатації забезпечуються точне регулювання по висоті та поперечне вирівнювання жатки (рис. 2.9).

Механізатор вибирає тиск на ґрунт, і система «Contour» підтримує його постійно, тобто автоматично копіює рельєф ґрунту вздовж напрямку руху, а «Auto Contour» забезпечує копіювання нерівностей у поперечному напрямку.



Рис. 2.9. Робота на нерівному полі комбайнів, оснащених системами «Claas Contour» та «Auto Contour»

При кожному опусканні жатки функція попереднього вибору висоти зрізання гарантує автоматичне відновлення заданої висоти.

Датчики (рис. 2.10) — це дві пари пружних полозів (дуг), осі повороту яких максимально наближені до різального апарата жатки. Дублювання функції дає змогу виключити дестабілізуючий вплив на процес копіювання одиночних мікронерівностей (наприклад, каменя або великої грудки ґрунту).

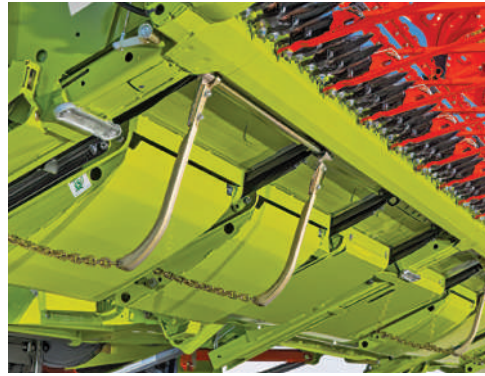


Рис. 2.10. Розміщення датчиків на жатці

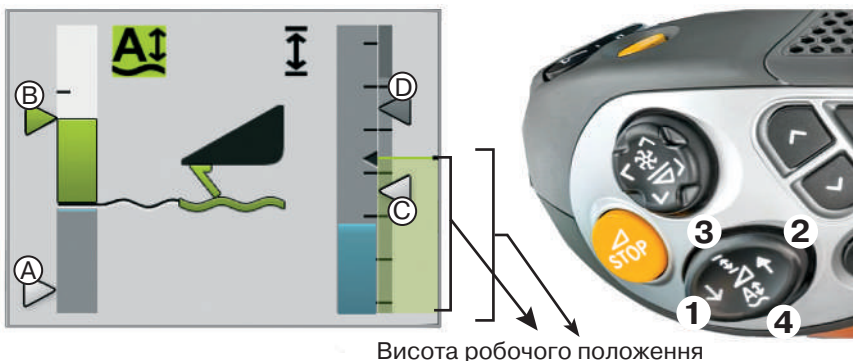
У системі керування висотою зрізання «Auto Contour» є два діапазони роботи. Кнопкою 4 (рис. 2.11) обирають діапазон регулювання висоти зрізання, при якому до висоти приблизно 150 мм (шкала B) копії знаходяться в контактi із землею, а контроль тиску на ґрунт регулюють по шкалі A.

Кнопкою 3 обирають діапазон попередньої висоти зрізання: з висоти орієнтовно 150 мм копії не знаходяться в контактi із землею (шкали C і D).

При використанні автоматичного управління жаткою шляхом одnorазового натискання на кнопку 3 або 4 активується відповідний діапазон, остання активна висота. Активна висота позначена зеленою стрілкою. При повторному натисканні на цю кнопку виконується перемикання між запрограмованими значеннями висоти зрізання.

Активне робоче положення відображено за допомогою зеленої смужки. Маленька чорна стрілка має знаходитися між третім і четвертим запрограмованими значеннями висоти.

За допомогою відповідного положення вмикається безліч функцій, наприклад облік зібраної площі, вимір урожайності, автоматичне регу-



Висота робочого положення

Рис. 2.11. Установлення параметрів автоматичної системи керування жаткою

лювання частоти обертання мотовила, «Cruise Pilot», «Cemos Automatic». При натисканні на додаткове вікно *C* відкривається меню налаштувань для робочого положення.

Автоматична система управління жаткою **CEBIS** комбайна «Claas» пропонує механізатору чотири положення жатки: *A* — полегли зернові; положення *B* — рослини, які стоять; *C* — обкошування; *D* — розворот/край поля.

Для ввімкнення ручного керування жаткою треба натиснути на кнопку *1* або *2* (рис. 2.11, с. 37). При цьому положенні управління жаткою відбувається вручну, а автоматична система керування вимикається.

Для швидкої підготовки комбайна до роботи з різними жатками за першої установки самостійно встановлюють основні дані: тип жатки, ширина захвату, число секцій часткового захвату та для чутливості «Auto Contour» — регулювання висоти зрізання, попередній вибір висоти зрізання, а за потреби — і кут положення похилої камери.

Для ввімкнення автоматичної системи управління положенням жатки комбайна «Fendt C» на джойстик винесено відповідні клавіші (рис. 2.12).

Отже, оскільки положення жатки під час копіювання рельєфу ґрунту автоматично адаптується до роботи, то механізатор економить багато часу, оскільки йому не потрібно постійно повторювати налаштування.

При демонтажі всі жатки автоматично зберігають для наступного використання основні дані: положення мотовила, кінцеві упори регулювання «Auto Contour» і його чутливість. При наступному використанні ці дані знову доступні для комбайна, навіть якщо за цей час підключались інші жатки.

Для збирання зернових із високою швидкістю або на дуже нерівній місцевості на жатку може бути встановлено два опорні колеса (рис. 2.13). Вони амортизують рух жатки й забезпечують копіювання рельєфу ґрунту.



Рис. 2.12. Керування положеннями автоматичної системи управління жаткою комбайна «Fendt C»:

- 1 — висота зрізання; 2 — зупинка жатки; 3 — положення мотовила; 4 — активація «VarioGuide»; 5 — автоматичне регулювання висоти зрізання; 6 — запуск/зупинка вивантаження бункера; 7 — складання/розкладання вивантажувального шнека; 8 — швидкість мотовила



ту за рахунок системи «Auto Contour». Їхнє положення по висоті змінюється вбудованим газонаповненим амортизатором.

Для підвищення точності ведення жатки комбайна по краю нескошеного поля використовують автоматичні системи паралельного водіння «Laser Pilot» (рис. 2.14). Електрооптичні датчики «Laser Pilot» за допомогою світлових імпульсів визначають край між нескошеними рослинами та стернею й автоматично спрямовують жатку комбайна по краю.

Залежно від моделі комбайна система «Laser Pilot» може бути встановлена з лівого чи правого краю жатки або з обох боків одночасно. Розміщення датчика збоку (рис. 2.15, с. 40) біля краю нескошених рослин забезпечує зручний кут огляду й високу точність ведення навіть при збиранні полеглих зернових на крутих схилах, а також уночі. Система «Laser Pilot» забезпечує повне використання всієї ширини захвату жатки й полегшує роботу механізатора, щоб він міг більше уваги приділяти процесу обмолоту.



Рис. 2.13. Опорні колеса, установлені на жатці для поліпшення копіювання рельєфу ґрунту

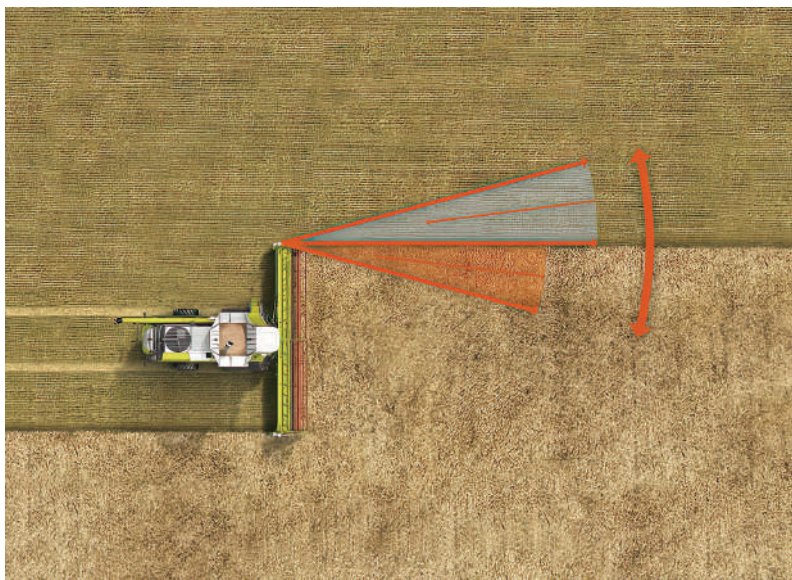
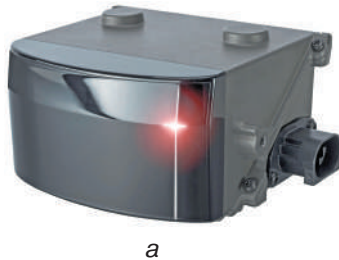


Рис. 2.14. Система автоматичного ведення комбайна «Laser Pilot»



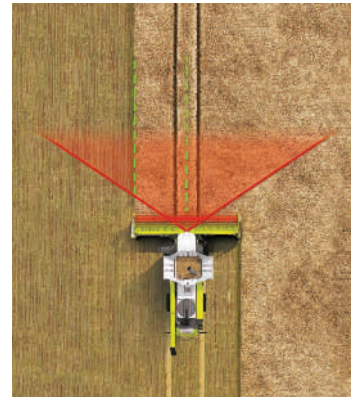
Рис. 2.15. Розміщення датчиків (1) системи «Laser Pilot» на жатці комбайна

На комбайнах «Claas» використовують також пристрій для автоматичного ведення в загінці «Laser Pilot» із датчиком «Field Scanner» (рис. 2.16). Його встановлюють не по краях жатки, як у попередньому випадку, а в центрі — угорі на даху кабіни під кутом  $21^\circ$ . Він не залежить від ширини й типу жатки й розпізнає правий та лівий зовнішні краї хлібостою, а також технологічну колію.



а

Рис. 2.16. Система автоматичного ведення комбайна «Laser Pilot» з використанням датчика «Field Scanner»: а — датчик; б — рух комбайна по полю



б

«Laser Pilot» активують за допомогою кнопки «Автопілот». А чутливість роботи системи можна налаштувати залежно від властивостей збираної культури та швидкості руху комбайна. Автоматичне рульове керування вимикається за допомогою незначного руху рульового колеса.

## 2.2. Пристрої розділення та подання рослин до жатки

### 2.2.1. Подільники

Подільники призначені для відокремлення смуги стебел по ширині захвату жатки від загального хлібостою. Їх установлюють на боковинах

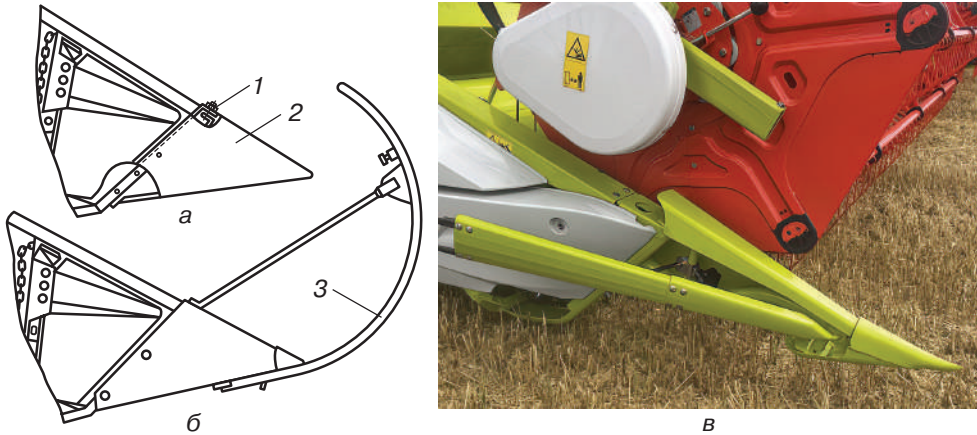


Рис. 2.17. Подільники:

*a* — боковина з носком; *б* — боковина з носком і прутковим подільником; *в* — торпедний подільник; 1 — болт; 2 — знімний носок; 3 — прутковий подільник

жатки. Залежно від умов збирання та стану хлібостою можуть застосовувати пасивні подільники: основні (рис. 2.17, *a*), утворені боковинами жатки зі знімними носками 2, пруткові (рис. 2.17, *б*) і торпедні (рис. 2.17, *в*) з регульованими стебловідводами. Для розрізання стебел нахилених рослин (наприклад, під час збирання ріпаку) використовують активні подільники, здатні розрізати нахилені закручені стебла.

При комбайнуванні прямокутних зернових висотою до 1 м заввишки використовують носки. Коли хлібостій високий і густий, замість гострих носків установлюють пруткові подільники. При збиранні полеглого або переплутаного хлібостою на боковинах жатки встановлюють торпедні подільники.

Винос подільника щодо різального апарата вибирають мінімальний, щоб не знижувалася маневреність збирального апарата, але достатній, щоб процес розділення стебел закінчувався до початку їхнього зрізання. Винос залежить від висоти рослин, ступеня їхньої переплутаності та напрямку руху машини щодо полеглості стебел.

Для збирання ріпаку жатки-приставки оснащують боковинами з активними подільниками (рис. 2.18), які мають механічний, гідравлічний або електричний привід ножів.

Активні бічні подільники мають кронштейни для швидкого встановлення та комплекти для гідравлічного або електричного з'єднання. При-



Рис. 2.18. Активний бічний подільник жатки



ставки з подільниками, що мають гідравлічний привід ножів, можуть обладнувати гідравлічними насосними станціями.

Бічний активний подільник, що встановлюють вертикально чи з невеликим подовжнім нахилом, складається з рухомого й нерухомого ножів і механізму їхнього приводу. Якщо привід механічний, то найчастіше використовують механізм приводу типу «коливальна шайба». Під час виконання технологічного процесу крутний момент передається на механізм, який перетворює обертання вала у зворотно-поступальний рух шатуна, що переміщує ніж у вертикальній площині й забезпечує тим самим розрізання закручених стебел.

### 2.2.2. Мотовило

Мотовило призначене для підведення стебел до різального апарату, підтримування їх під час зрізання та укладання на шнек жатки, очищуючи від них різальний апарат. Жатки сучасних зернозбиральних комбайнів зазвичай оснащені ексцентриковими мотовилами.

Розглянемо будову універсального ексцентрикового мотовила, що добре працює як на прямостійних, так і на полеглих хлібах (таке мотовило встановлюють на комбайні КЗС-9-1 «Славутич»).

Несучою основою мотовила є вал 10 (рис. 2.19). Для забезпечення необхідної жорсткості його центральну частину виготовлено з круглої труби, у кінці якої вварено цапфи, установлені посадочними місцями в підшипниках повзунів.

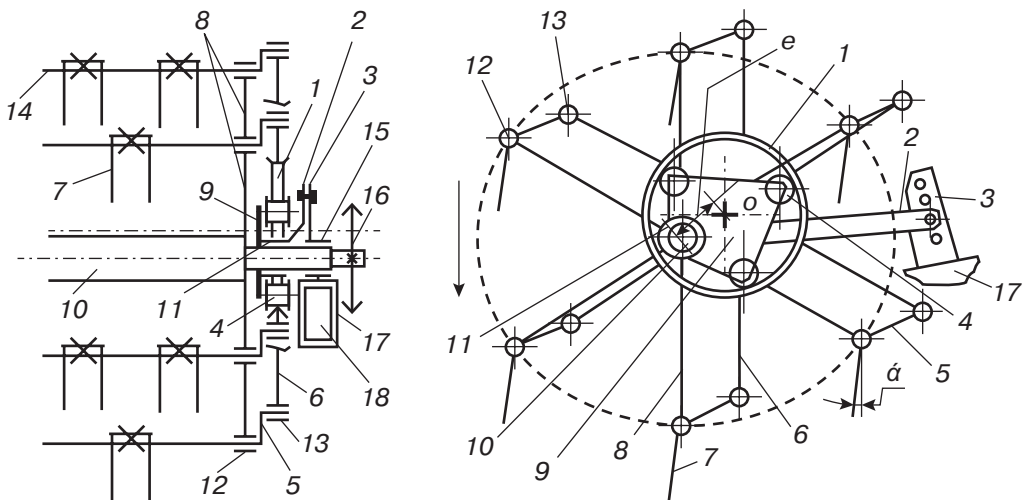


Рис. 2.19. Принципова схема ексцентрикового мотовила:

- 1 — обойма; 2 — поводиток; 3 — кронштейн; 4 — ролик; 5 — поводиток граблини; 6, 8 — промені; 7 — пальці граблини; 9 — водило; 10 — вал; 11 — маточина водила; 12, 13 — циліндричні шарніри; 14 — труба граблини; 15 — підшипник; 16 — зірочка; 17 — повзун; 18 — підтримка мотовила

Зазвичай у ролі підшипників використовують пластмасові втулки. За допомогою двох гідроциліндрів здійснюється повертання в отворах вушок, забезпечуючи підняття та опускання мотовила. Інші гідроциліндри можуть переміщувати повзуни в подовжній площині для зміни виносу мотовила відносно різального апарата. Існують варіанти блокування підняття та винесення мотовила. Тобто при опусканні мотовила за рахунок важеля воно автоматично переміщується вперед, а при піднятті — назад.

На зовнішніх кінцях променів (або у вершинах багатокутників) виконано циліндричні шарніри 12, у яких змонтовано труби (або інші несучі профілі) граблин 14. Граблини оснащені пальцями 7, які можуть бути виготовлені як із пружинного дроту П-подібної форми або у вигляді пружин кручення (рис. 2.20), так і з поліуретану або поліетилену.

Зернові жатки, мотовила яких мають граблини у вигляді пружин кручення, добре зрізають полегли рослини. Їх налаштовують так, щоб пружини піднімали полегли рослини із ґрунту перед ножовим брусом, не захоплюючи каміння та не втрачаючи зрізані колоски. А коли пальці граблин не потрібні, їх можна зняти.

Інколи на трубах граблин приварюють кронштейни для монтажу планок, які поліпшують взаємодію мотовила з низькорослим хлібостом. В екстремальній ситуації на нижні частини планок додатково кріплять (з напуском) смуги з прогумованої стрічки завширшки 75–100 мм, здатні очищувати різальний апарат навіть тоді, коли довжина зрізаної соломини співрозмірна з довжиною колоска. У зв'язку з великою довжиною мотовила й недостатньою жорсткістю граблин променеві зірки (або цільноштамповані багатокутники, які їх замінюють) розміщують на валу через кожні 1,5–2,0 м.

Із зовнішнього боку однієї (або двох) із крайніх променевих зірок (або багатокутників) змонтовано ексцентрик. Він має або обійму 1 з променями 6, або цільноштампований багатокутник з круглим отвором по центру. У такому разі краї центрального отвору, як і обійма 1, викону-

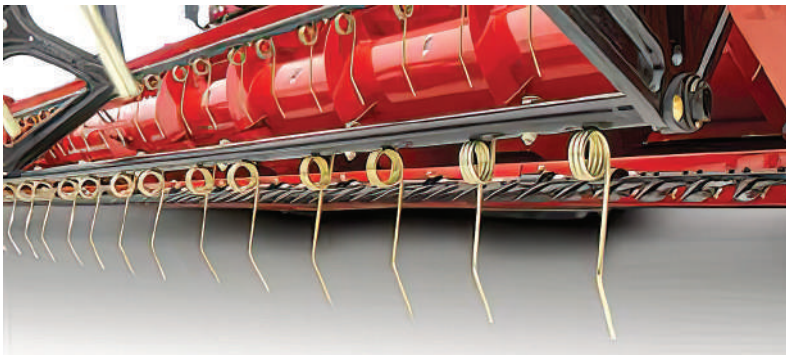


Рис. 2.20. Мотовило комбайна «Case IH» з граблинами у вигляді пружин кручення

ють функцію бігової доріжки для трьох роликів 4, змонтованих за допомогою осей на водилі 9. Останнє за допомогою маточини 11 встановлено на валу 10 із можливістю повороту навколо нього. Від мимовільного провертання водило утримується поводком 2, з'єднаним із повзуном 17 кронштейна 3. Відстань «е» (ексцентриситет) між віссю вала 10 і центром «О» бігової доріжки (обойми) дає змогу зовнішнім кінцям променів 6, 8 переміщуватися по двох колах, які перетинаються.

На кінцях граблини 14 встановлено поводки 5, а їхні цапфи з'єднані шарнірами 13 із кінцями відповідних променів 6 (вершин багатокутника) ексцентрика. За рахунок цього при обертанні мотовила забезпечується плоскопаралельний рух пальців 7. У зображеному на *рисунку 2.19* (с. 42) положенні вони відхилені вперед на кут  $\alpha = -15^\circ$ . З'єднання поводка 2 з кронштейном 3 через інші отвори змінює кут нахилу пальців від  $-15$  до  $+30^\circ$ . Залежно від марки комбайна його мотовило може бути забезпечене як одним, так і двома ексцентриками. Останній варіант характерний для жаток із великою шириною захвату.

Кут нахилу пальців 7 граблин може змінюватися вручну («Лан», комбайни фірми «Claas», *рис. 2.21*) або автоматично при зміні виносу мотовила. Використання автоматичної залежності між виносом мотовила та нахилом його пальців звільняє комбайнера від ручного регулювання цього параметра.

Для збирання високоврожайних культур фірма «Massey Ferguson» комплектує деякі жатки змінними мотовилами копіювального типу. Їхні пальці, обертаючись, рухаються не плоскопаралельно, а в кожній точці траєкторії мають певний кут нахилу.

Для забезпечення обертання мотовила на кінці вала 10 (*рис. 2.19*, с. 42) монтують з'єднану з ним, зазвичай за допомогою фрикційного запобіжного пристрою, зірочку 16. Фрикційну муфту регулюють на спрацьовування (пробуксовування) при перевищенні допустимого крутного моменту (залежно від ширини захвату жатки) 400–600 Н·м. Щоб деталі привода мотовила не зламались від інерційних навантажень під

Регулюваний важіль

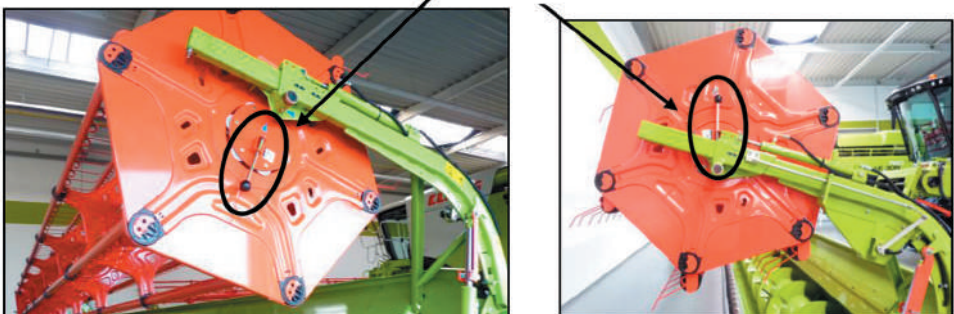


Рис. 2.21. Регулювання положень пружних пальців на мотовилі комбайна «Claas»

час вимкнення та для зручності обслуговування мотовила (можливість прокручування рукою при вимкненому двигуні) в конструкції привода мотовила деяких валкових жаток передбачено обгінну муфту.

Мотовило може мати гідравлічний, електричний або механічний привід. При цьому треба мати на увазі, що використання гідромотора або електродвигуна не виключає наявності однієї або кількох знижувальних механічних передач. Так, наприклад, у комбайні «Mega» фірми «Claas» крутний момент від електродвигуна передається на вал мотовила через редуктор, клинопасовий варіатор і дві ланцюгові передачі. Крім того, передбачено можливість заміни ведучої зірочки кінцевої передачі. У результаті використання такого привода частота обертання вала мотовила може безступінчасто змінюватись у межах від 12 до 57 об/хв.

Керування багатьма сучасними комбайнами («Claas» та ін.) для спрощення процесу налаштування параметрів положення та частоти обертання мотовила, довжини столу жатки «Vario», висоти зрізання (з «Auto Contour») і кута зрізання (положення похилої камери) здійснюється за допомогою багатофункціонального джойстика або електронної системи SEBIS (рис. 2.22). При цьому механізатор може змінювати вручну та зберігати до чотирьох налаштувань індивідуальних комбінацій параметрів. Активні та збережені комбінації параметрів можна за потреби переглядати у SEBIS.



Рис. 2.22. Багатофункціональний джойстик і монітор SEBIS комбайна «Claas»

### 2.2.3. Механічний привід мотовила та його регулювання

Оскільки швидкість комбайна змінюють залежно від урожайності, у механічному приводі мотовила (рис. 2.23) передбачено клинопасовий варіатор. Він призначений для зміни частоти обертання мотовила, а отже, і його колової швидкості.

Варіатор має ведучий 2 і ведений 4 шківів, з'єднані клиновим пасом 3. На одному валу з веденим шківом змонтовано ведучу зірочку 12 першого ланцюгового конту-

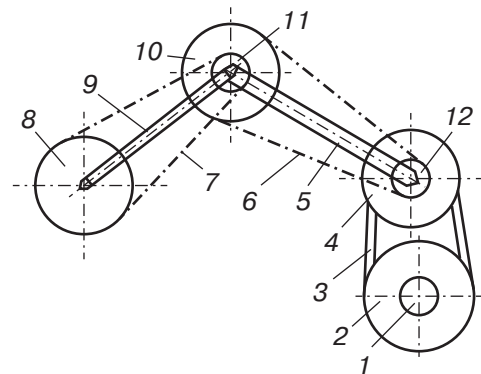


Рис. 2.23. Кінематична схема механічного приводу мотовила:  
1, 8, 10, 11, 12 — зірочки; 2 — ведучий шків варіатора; 3 — пас; 4 — ведений шків варіатора; 5, 9 — штанги; 6, 7 — ланцюги

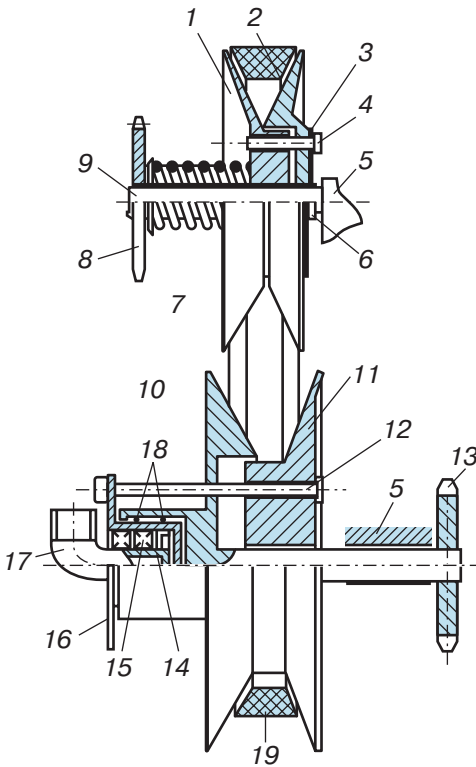


Рис. 2.24. Принципова схема клинопасового варіатора:

- 1, 11 — рухомі диски; 2, 10 — нерухомі диски; 3 — фланець; 4 — палець;  
 5 — рама жатки; 6 — втулка;  
 7 — пружина; 8, 13 — зірочки;  
 9 — вісь; 12 — болт; 14, 18 — ущільнення;  
 15 — підшипники кочення;  
 16 — поршень; 17 — штуцер;  
 19 — пас

диска 2 пружиною 7 і може ковзати в осьовому напрямку по поверхні втулки 6 і пальців 4, що передають йому крутний момент.

Під час подання робочої рідини під тиском у варіаторі поршень 16 переміщується в порожнині вала вліво, внаслідок чого рухомий диск 11 наближається до нерухомого диска 10, видавлюючи пас 19 на більший діаметр. При цьому збільшується натяг паса, унаслідок чого рухомий диск веденого шківів 1 долає зусилля пружини 7, переміщуючись вправо, і пас переходить на менший діаметр. Оберти мотовила збільшуються. Під час зливу робочої рідини з порожнини біля поршня пружина 7 повертає пас на веденому шківів на більший діаметр, а на ведучому — на менший, і, відповідно, оберти плавно зменшуються. Керувати варіатором можна тільки тоді, коли мотовило обертається.

ру. Вісь проміжного блока зірочок 10, 11 з'єднана з валом мотовила та віссю верхнього шківів варіатора регульовальними штангами 5, 9, за допомогою яких здійснюється натяг ланцюгів 6, 7.

У ведучого шківів варіатора (рис. 2.24) нерухомий диск 10 жорстко з'єднаний із валом, а диск 11 може переміщуватися в осьовому напрямку, ковзаючи по його поверхні. Взаємне провертання дисків виключають стяжні болти 12. У порожнині вала змонтовано поршень 16 з ущільнювальними кільцями 18 і штуцер 17, установлений на підшипниках кочення 15, також оснащений ущільнювачем (манжетою) 14. У такий спосіб робоча рідина з гідросистеми під тиском може подаватися із нерухомого трубопроводу в порожнину вала, що обертається.

Нерухомий диск 2 веденого шківів через фланець 3 жорстко з'єднаний із втулкою 6, яка обертається на осі 9. А на протилежному кінці втулки 6 змонтовано ведучу зірочку 8 першого контуру ланцюгової передачі. Коли підбирають валки, зірочку замінюють шківом. Рухомий диск 1 притиснутий до



Щоб мотовило якісно виконувало свої функції, його частота обертання має відповідати поступальній швидкості комбайна, а нахил пальців і переміщення вгору-униз і вперед-назад — висоті та стану хлібостою.

Положення мотовила за висотою та його виніс обирають залежно від висоти та стану стеблостою культур, які збирають. Його встановлюють так, щоб граблини не тільки підводили стебла до різального апарата, а й проштовхували їх до спіралей шнека. Найкращі умови для цього будуть тоді, коли вал мотовила знаходитиметься безпосередньо над різальним апаратом.

За відсутності полеглості стебел потрібно, щоб планка або пальці граблин входили в хлібостій вертикально (тоді вони менше виб'ють зернин із колосків, які контактують із ними). При цьому мотовило має підводити стебла до ножа, а не відштовхувати їх. Обидві ці умови виконуються, якщо колова швидкість мотовила в 1,2–1,8 раза перевищує поступальну швидкість комбайна. За швидкості комбайна понад 5 км/год зазначене співвідношення прийнято зменшувати до 1,2–1,5. Це зумовлено тим, що більша інерція та інтенсивний підпір збоку незрізаних стебел сприяють підтриманню та стійкому укладанню зрізаних стебел на платформу жатки. Неправильно підібрана швидкість мотовила призводить до втрат зерна.

По висоті мотовило встановлюють так, щоб його планки взаємодіяли зі стеблами вище центра ваги зрізаних рослин, але нижче за колоски (рис. 2.25). При дії на стебло нижче його центра ваги рослина перевалюватиметься через планку й падатиме на землю перед жаткою. Якщо планки будуть ударяти по колоску, то зерно випадатиме з нього, і втрати стрімко зростатимуть.

Зблокований механізм жатки комбайна КЗС-9-1 «Славутич» (рис. 2.26, с. 48) забезпечує регулювання положення мотовила одночасно по вертикалі й горизонталі за допомогою гідроциліндрів. Його встановлюють залежно від висоти та стану хлібостою: тримачі розміщені шарнірно на рамі жатки, і їхнє положення може змінюватися гідроциліндрами 14. Крім того, кожен тримач шарнірно з'єднаний за допомо-



Рис. 2.25. Правильне положення планок мотовила відносно колосків



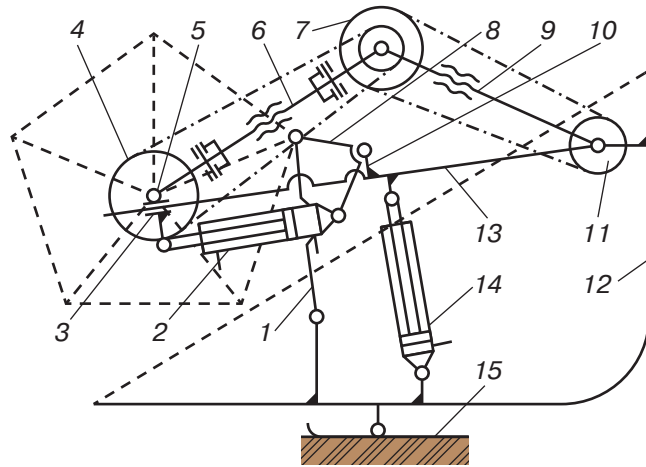


Рис. 2.26. Схема та розміщення на жатці зблокованого механізму регулювання положення мотовила:

- 1 — тяга; 2 — гідроциліндр горизонтального переміщення мотовила; 3 — повзун;  
 4 — зірочка вала мотовила; 5 — вал; 6 — передня штанга; 7 — блок зірочок;  
 8 — двоплечий важіль; 9 — задня штанга; 10 — стояк; 11 — зірочка веденого шківів варіатора; 12 — корпус жатки; 13 — тримач мотовила; 14 — гідроциліндр вертикального переміщення мотовила; 15 — башмак

гою двоплечого важеля 8 із тягою 1 та з гідроциліндром 2 горизонтального переміщення мотовила. Шток цього гідроциліндра шарнірно з'єднаний із повзуном 3, на якому прикріплено підшипник вала 5 мотовила.

Для надійної роботи зблокованого механізму та ланцюгових передач приводу мотовила потрібно підтримувати заданий натяг ланцюгів і відповідно до карти змащення комбайна змащувати шарнірні з'єднання деталей механізму.

Одночасно з підняттям чи опусканням мотовила важелі повертаються на осях і переміщують підшипники разом із мотовилом назад чи вперед.

Для переміщення мотовила тільки по горизонталі комбайнер повертає важіль гідророзподільника так, щоб робоча рідина з нагнітальної магістралі надходила до гідроциліндра 2. При цьому ролик перекочується по фігурному пазу копіра й повертає ексцентрик щодо цапфи вниз або вгору. Одночасно з ексцентриком зміщується вниз або вгору обойма, яка змінює кут нахилу граблін.

Під час збирання прямих культур із високим густим стеблостом (понад 800 мм) мотовило встановлюють так, щоб пальці 2 (рис. 2.27) його граблін 1 торкалися стебел вище їхньої середини, але нижче колосків. По горизонталі вал мотовила зміщують до ножа, граблін при цьому відхиляються від вертикалі вперед на кут  $\alpha = 15^\circ$ . Висоту зрізання встановлюють приблизно 100 мм, переміщуючи опорні башмаки.

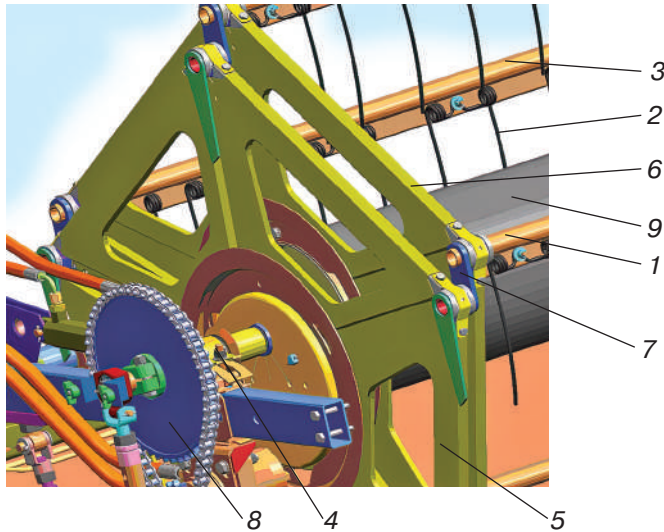


Рис. 2.27. Ексцентрикове мотовило:

1 — граблина; 2 — пальці; 3 — труба граблини; 4 — підшипники; 5, 6 — диски й обійми ексцентрика; 7 — поводок; 8 — зірочка; 9 — трубчастий вал

Під час збирання прямих культур із нормальним стеблостоем (завдовжки 400–800 мм) мотовило зміщують уперед на 40 мм від крайнього заднього положення. Пальці граблін при цьому встановлюють у вертикальне положення. Встановлювана висота зрізання — орієнтовно 100 мм, а на кам'янистих ґрунтах — 145 мм.

За будь-яких положень мотовила зазор між пальцями граблін і різальним апаратом має бути не менше 25 мм, а між пальцями та спіралями шнека — не менше 15 мм. Водночас важливо, щоб граблини мотовила були розташовані паралельно до різального апарата. Мінімальний зазор між граблинами та різальним апаратом регулюють за допомогою компенсаторів, установлених на тримачах мотовила.

Під час збирання низькостеблових культур мотовило опускають і переміщують до різального апарата. Для зменшення втрат зерна до планок мотовила прикріплюють смуги з еластичної прогумованої тканини завширшки 75–100 мм. Установлюють висоту зрізання — 50 мм.

Під час збирання полеглого хлібостою комбайн має рухатись у напрямку полеглості зернових або під кутом до неї. Для цього мотовило висувають максимально вперед та опускають, поки пальці доторкнуться до поверхні поля. Висоту зрізання встановлюють 50 мм, а на полях, засмічених камінням, — 100 або 145 мм.

Кут нахилу граблін (вперед і назад) у комбайна КЗС-9-1 «Славутич» автоматично змінюється при горизонтальному переміщенні мотовила вздовж тримачів: при переміщенні мотовила вперед пальці граблін нахилиються назад.

Для надійної роботи варіатора потрібно регулювати натяг його паса та змащувати солідолом маточини рухомих дисків шківів.

Гідравлічний привід мотовила дає змогу автоматично адаптувати його тягове зусилля в складних умовах збирання, наприклад під час збирання полеглих рослин.

На жатці комбайна «Claas» колова швидкість мотовила автоматично регулюється пропорційно до швидкості руху, а задані налаштування зберігаються в автоматичній системі управління SEBIS.

Під час виконання профілактичних або ремонтних робіт під піднятим мотовилом треба встановити запобіжні упори на відповідні гідроциліндри.

### 2.3. Різальні апарати

На комбайнах використовують різальні апарати підпірного різання. Вони складаються з різальної та протирізальної частин. Як протиріз можуть бути використані пальці різного типу або леза сегментів другого ножа (нерухомого або такого, що здійснює опозитний зворотно-поступальний рух).

#### 2.3.1. Різальні апарати традиційного типу

Зрізання здійснюється сегментами *б* (рис. 2.28), приклепаними до спинки ножа *8*. Кут заточування різальної кромки сегмента, що виконана з насічкою, становить  $19\text{--}25^\circ$ . Оскільки на сегменти діють значні навантаження, їх виготовляють із міцної сталі марки У9А, загартовують та відпускають на ширину до 40 мм біля передньої основи й на 10–15 мм — з боків.

У різальних апаратах, як правило, на один сегмент припадає два пальці. Однак перехід на спеціальні сегменти із чотирма різальними кромками дає змогу трансформувати це співвідношення, коли хід ножа

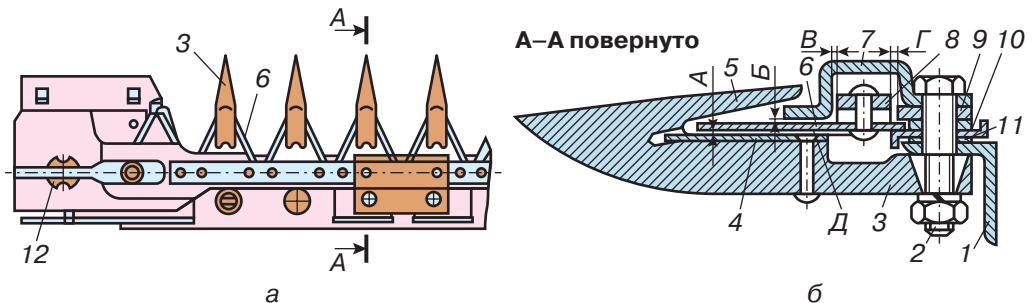


Рис. 2.28. Різальний апарат:

- а* — різальний апарат; *б* — палець із ножем; 1 — кутник; 2 — болт; 3 — палець; 4 — вкладиш; 5 — відросток пальця; 6 — сегмент; 7 — притискна лапка; 8 — спинка ножа; 9 і 10 — пластини тертя; 11 — регульовальні прокладки; 12 — головка ножа; А, Б, В, Г і Д — зазори

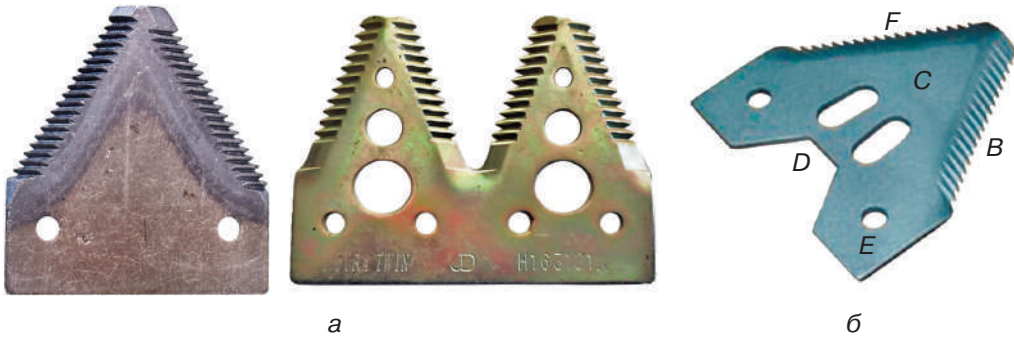


Рис. 2.29. Сегменти з двома та із чотирма різальними кромками (для різальних апаратів низького зрізання) (а) та властивості якісних сегментів (б):

А — зносостійка зона для довговічної роботи; В — оптимізована форма зубців для забезпечення гладкого зрізання; С — міцний корпус, що мінімізує ризик зламати-ся; D — дрібнозерниста хромована сталь із високою міцністю на руйнування для високої зносостійкості; E — дуже точні обмеження виробничих допусків, які постійно контролюються, щоб гарантувати взаємозамінність

(76,2 мм) дорівнює подвоєному кроку різальної частини та подвоєній відстані між осьовими лініями пальців (рис. 2.29). Такі різальні апарати фірми «John Deere» та «Massey Ferguson» встановлюють на жатках, призначених для збирання сої та інших бобових культур, у яких стручки розміщені по всій довжині стебла.

Окрім сегментів, на спинці 8 (рис. 2.28) закріплюють головку ножа 12, яка в традиційних різальних апаратах виконана як пластина зі сферичним шарніром і входить подовжніми сторонами в пази прямої. У такий спосіб забезпечується стійкість зворотно-поступального переміщення ножа та можливість його з'єднання з деталями приводу. Сегменти, спинка та привідна головка утворюють ніж різального апарата (рис. 2.30).

При використанні приводу планетарного типу напрямна й кульова опори відсутні. У цьому випадку на кінці спинки ножа виконують розрізну циліндричну втулку, зорієнтовану вертикально й оснащену стяж-



Рис. 2.30. Ножі різальних апаратів:

а — традиційного типу (усі сегменти ножа зорієнтовані різальною кромкою вниз); б — в апаратах системи «Schumacher» (Шумахер) (орієнтація різальних кромки сегментів чергується)



Рис. 2.31. Здвоєні пальці

Ніж вільно переміщується в прорізах пальців, а сегменти задніми кінцями спираються на пластини тертя 10. Щоб уникнути вібрації ножа, його спинка впирається в пластину тертя 9 і відігнуту частину притискної лапки.

Часто на сучасних жатках пальці (рис. 2.31) різальних апаратів виготовляють сталевими здвоєними (трапляються одинарні та строєні) без вкладишів. Завдяки термообробленню їхні гострі грані мають підвищену твердість і довго не затуплюються.

Для надійної роботи такого різального апарата треба підтримувати оптимальні зазори між пальцем, сегментом і притискною лапкою.

Під час руху комбайна пальці 1 (рис. 2.32, а) розділяють хлібостій на окремі смужки. Сегменти 4, рухаючись відносно пальців 1, підводять стебла до вкладишів 2 і пероподібних відростків 5 пальців, затискають стебла між ними й розрізають їх. Насічка, виконана на різальних кром-

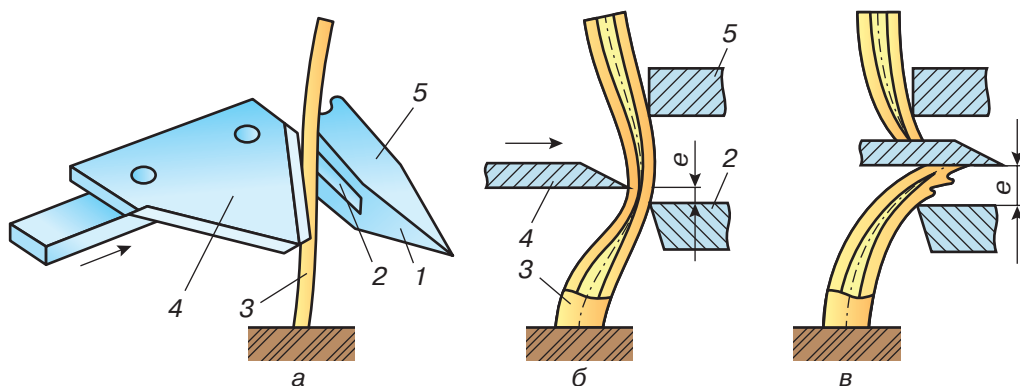


Рис. 2.32. Схема роботи сегментно-пальцевого різального апарата:

а — притискання стебла до вкладиша й відростка пальця; б — зближення стінок стебла; в — затягування стерні та стебла в зазор між вкладишем і сегментом;  
1 — палець; 2 — вкладиш; 3 — стебло; 4 — сегмент; 5 — відросток пальця



ках сегментів і протирізальних вкладишах, запобігає висковзуванню стебел.

Якщо при неправильному регулюванні чи деформації деталей різального апарата зазор «е» (рис. 2.32, в) між сегментами та вкладишами значний, то в нього можуть затягуватися стебла. Через те різальний апарат «зажовує» стебла, що призводить до погіршення якості зрізання та збільшення навантаження на ніж і механізм його приводу.

Зазор між носком сегмента й пальцем не має перевищувати 0,5 мм, а в задній частині варіювати в межах 0,3–0,5 мм. Регулюють зазори за допомогою прокладок 11 (рис. 2.28, с. 50), установлених між пластиною тертя 10 і кутником 1 пальцевого бруса, або рихтуванням притискних лапок. У правильно відрегульованому різальному апараті ножі мають легко переміщуватися від зусилля руки. При значному спрацюванні пластини тертя перевертають.

Зазор *B* між притискними лапками та сегментами (до 0,7 мм) регулюють прокладками між пластинами тертя 9 і лапками 7. Сумарний зазор *B* і *Г* (до 1 мм) між відігнутою частиною притискної лапки й спинкою 8 ножа та спинкою ножа і пластиною тертя 9 регулюють переміщенням цієї пластини.

Перед регулюванням потрібно переконаватися, що вкладиші пальців лежать в одній площині. За потреби пальці підгинають трубою або легкими ударами молотка.

У різальних апаратах традиційного типу всі сегменти ножа зорієнтовані різальною кромкою вниз, через що виникає вертикальна складова реакції перерізуваних стебел, яка прагне підняти сегмент 4 (рис. 2.32, б) від протирізального вкладиша 2 пальця 1. Цьому перешкоджають притискні лапки 7 (рис. 2.28), а складову навантаження, спрямовану до основи сегмента, сприймають пластини тертя. При цьому виникає додатковий опір, на подолання якого необхідно витратити енергію.

### 2.3.2. Різальні апарати системи Шумахер

У різальних апаратах системи Шумахер орієнтація різальних кромek сегментів на ножі чергується (рис. 2.30, б, с. 51). Тому вони здійснюють різання як на нижньому, так і на верхньому протирізі пальців, що забезпечує вертикальну врівноваженість ножа й дає змогу виключити з конструкції низку традиційних деталей і регулювань (рис. 2.33).

Для різальних апаратів системи Шумахер використовують здвоєні штамповано-зварені пальці закритого



Рис. 2.33. Різальний апарат системи Шумахер

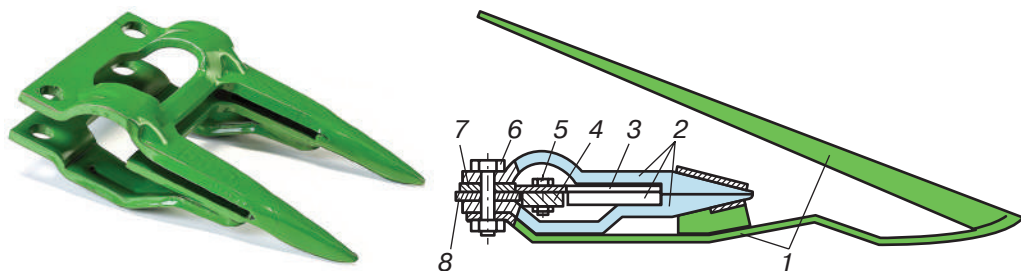


Рис. 2.34. Особливості будови пальців та різального апарата системи Шумахер:  
 1 — стеблорідиймач; 2 — палець; 3 — сегмент; 4 — спинка ножа; 5, 6 — болти;  
 7 — пластина тертя; 8 — несуча деталь пальцевого бруса

типу (рис. 2.34), які виготовляються зі сталі 65Г і загартовують до твердості HRC 48–57 одиниць. Оскільки з восьми різальних кромек постійно беруть участь у роботі лише чотири, то для продовження терміну їхньої експлуатації сусідні пальці при їх зношуванні міняють місцями.

На відміну від різальних апаратів традиційного типу, в апаратах системи Шумахер сегменти з'єднують зі спинкою ножа не заклепками, а спеціальними болтами 5 із конусною накаткою на стрижні. При затягуванні стрижень такого болта щільно входить в отвір за рахунок зминання накатки, забезпечуючи надійне кріплення сегмента й можливість його швидкої заміни в польових умовах. Крім того, для зручності транспортування запасних частин ніж може бути виконано секційним, з довжиною секції до 2,4 м. Між собою секції з'єднують стиковим сегментом і додатковою накладкою.

Характер і якість роботи різального апарата значно залежать і від співвідношення між його геометричними та кінематичними параметрами. Традиційно на зернозбиральних комбайнах використовуються різальні апарати нормального різання з одинарним пробігом ножа, у яких відстані між осями сегментів однакові з відстанню між пальцями та ходом ножа (76,2 мм).

На сучасних жатках дедалі ширше використовують апарати нормального різання з некрратним ходом ножа, за рахунок чого суттєво збільшуються швидкість різання та стійкість його роботи, особливо на густому хлібості.

Перспективною є конструкція різального апарата системи Шумахер «Easy Cut II» (рис. 2.35). Її особливістю, на відміну від попередньої моделі (рис. 2.34), є наявність по черзі встановлених роликів напрямних 6 та 11. При цьому верхній притискний ролик 11 сприймає сили, що тиснуть на нього в передній частині. Таке технічне рішення запобігає зношуванню сегментів і протиризальних частин пальців. При цьому нижній напрямний ролик 6 у комбінації з притискним роликом 11 забезпечує легший рух ножа порівняно з традиційними напрямними пластинами, оскільки зменшуються сила тертя та вібрації в системі.

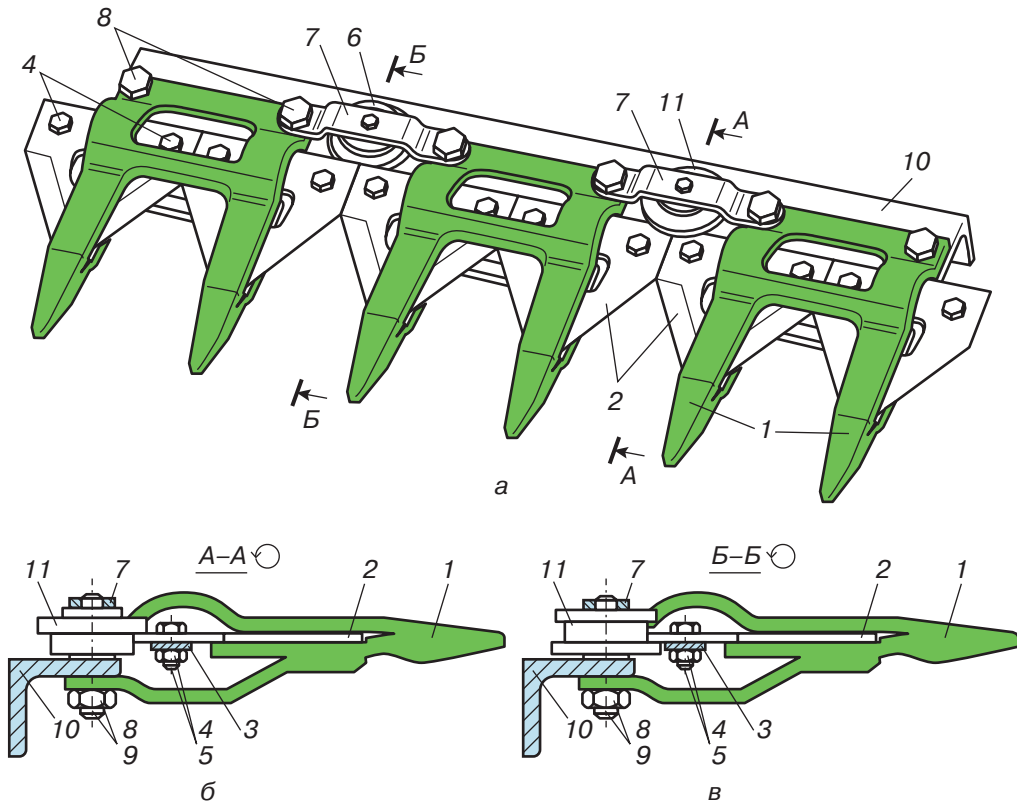


Рис. 2.35. Різальний апарат системи Шумахер «Easy Cut II»:  
*a* — загальний вигляд; *б* — розріз А-А на рис. *a*; *в* — розріз Б-Б на рис. *a*;  
 1 — палець; 2 — сегмент; 3 — ножова полоса; 4, 8 — болти; 5, 9 — гайки;  
 6 — нижній напрямний ролик; 7 — скоба; 10 — пальцевий брус;  
 11 — верхній притискний ролик

### 2.3.3. Жатки із гнучким різальним апаратом

Прагнення поєднати велику ширину захвату комбайна з максимально низьким зрізом привело до створення так званих «гнучких жаток». У них різальний апарат може копіювати поверхню поля незалежно від боковин. При цьому або пальцевий брус може згинатися, пристосовуючись до мікрорельєфу поверхні («Massey Ferguson», «Claas»), або раму виконують секційною, як жатки «John Deere HDX» (рис. 2.36, с. 56), коли кожна секція самостійно копіює рельєф поверхні, що дає змогу довести ширину захвату жатки до 12,2 м. Секції жатки працюють як два незалежні різальні апарати. Їхній кут відхилення може досягати  $10^\circ$ , що забезпечує високу продуктивність під час збирання полеглої культури, залишаючи стерню однакової висоти на полі з нерівномірним рельєфом.

У жатці «Maxflex Claas» (рис. 2.37, с. 56) для збирання сої та зернових передбачено гнучкість ножового бруса різального апарата та його елек-

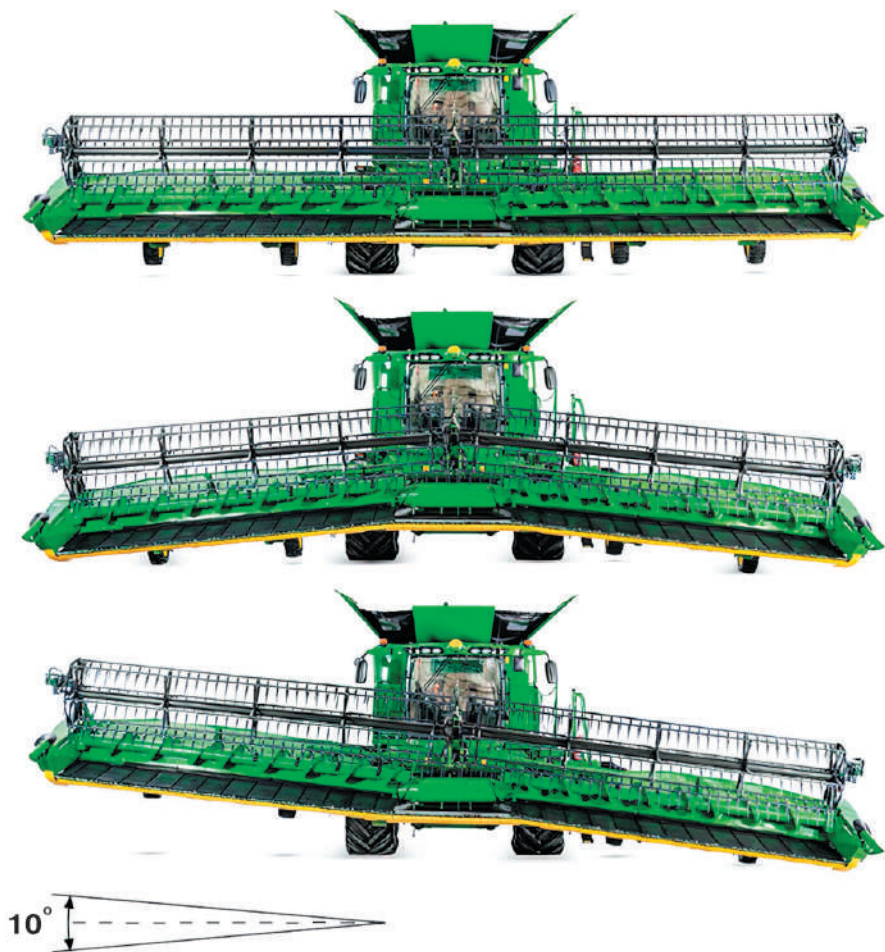


Рис. 2.36. Комбайн із жаткою «John Deere HDX» (Hinged Draper EXtended Table) з рамою, що має шарнірне з'єднання бічних секцій

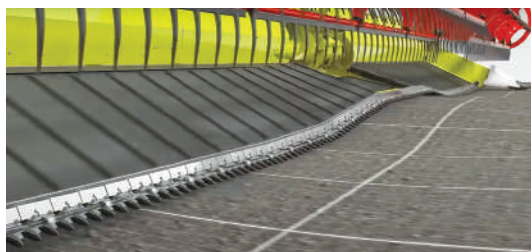


Рис. 2.37. Жатки «Maxflex Claas» для збирання зернових і сої та полотняні «Claas Convio Flex», що мають гнучкий різальний апарат

трогідрравлічне блокування (збирання зернових) чи розблокування (збирання сої) за допомогою багатфункціонального джойстика або безпосередньо на жатці.

Полотняні жатки «Claas Convio Flex» з гнучким різальним апаратом призначені для збирання різних культур, наприклад злакових, ріпаку, сої, гороху, трави тощо.

«Convio Flex» може працювати в чотирьох режимах:

1. Режим збирання зернових — стіл жатки та ножовий брус установлюють нерухомо.

2. Режим збирання полеглих зернових — ножовий брус установлюють нерухомо, однак під час руху можна перейти в гнучкий режим натисканням кнопки. Це особливо корисно за наявності ділянок полеглих рослин для мінімізації втрат.

3. Ручний режим «Flex» — ножовий брус копіює контур ґрунту за допомогою башмаків. При наїзді на перешкоди гнучкий ножовий брус може відхилитися на 90 мм угору і на 135 мм — униз, копіюючи мікрорельєф. Завдяки загальній амплітуді 225 мм така жатка підходить практично для будь-якого рельєфу ґрунту.

4. Режим «Auto Flex» — це система самонавчання, яка автоматично оптимізує висоту жатки залежно від контуру ґрунту, забезпечуючи постійний максимальний діапазон копіювання рельєфу, розташування ножового бруса максимально близько до мотовила та реалізацію мінімальної висоти зрізання.

#### 2.3.4. Стебlopідіймачі

Процес збирання полеглих, переплутаних культур суттєво полегшує використання стебlopідіймачів. Вони призначені для піднімання та підведення стебел до різального апарата. Як правило, стебlopідіймачі (рис. 2.38) монтують (залежно від умов збирання) на кожному другому–четвертому пальці різального апарата. Корпус стебlopідіймача (нижню полозоподібну частину) виготовляють зі смуги ресорної сталі завтовшки 4–5 мм, що дає змогу стабільно копіювати поверхню поля. На ньому нерухомо прикріплені перо й наконечник. Хомут установлено на корпусі так, щоб він міг вільно переміщуватися вздовж нього.

Стебlopідіймачі обладнані спеціальними затискачами, які дають змогу регулювати кут їх нахилу залежно від типу різального апарата й умов використання, а також забезпечують швидкий монтаж цих робочих органів (рис. 2.39, с. 58).

Під час переміщення комбайна корпус стебlopідіймача рухається біля поверхні ґрунту й може навіть злегка зариватися в нього. Він піднімає полегли стебла, а перо підводить їх до різального апарата. У більш складних



Рис. 2.38. Стебlopідіймачі різних конструкцій





Рис. 2.39. Установлення стеблопідіймачів на різальному апараті

варіантах конструкції передбачається можливість регулювання висоти їхнього положення.

Під час роботи зі стеблопідіймачами важливо правильно їх відрегулювати, що досягається зміною положення стопора в отворах затискача. Так, при збиранні зернових культур кінчик стеблопідіймача має бути трохи піднятий, щоб ковзання було забезпечено  $1/3$  полоза. Тоді він буде менш чутливий щодо поперечних переміщень і не зламається.

Під час збирання врожаю зі стеблопідіймачами скорочуються втрати до мінімуму під час зрізання навіть полеглих рослин. Стеблопідіймач, на відміну від ексцентрикового

мотовила, працює пасивно — він проникає під полегли або схилені стебла й плавно переміщує їх до ножів жатки, не вимолочуючи зерен. У багатьох господарствах агрономи вимагають від механізаторів постійно працювати з установленими стеблопідіймачами, оскільки на кожному полі є хоча б невеликі ділянки полеглої хлібостою, які при звичайному збиранні залишаються нескошеними.

Однак робота зі стеблопідіймачами вимагає додаткової уваги від комбайнера під час зміни напрямку руху та при поганій вирівняності поля через підвищену чутливість стеблопідіймачів до поперечних переміщень. При використанні стеблопідіймачів також необхідно враховувати щільність ґрунту. На м'яких і піщаних ґрунтах вони можуть працювати в стандартному виконанні. Якщо ґрунти щільні й носик підіймача починає «зариватися», рекомендовано зрізати кінчик сталевий пластини, і підіймач буде виштовхуватися із землі.

#### 2.4. Привід різального апарата

У більшості конструкцій привід ножа різального апарата здійснюється від одного з валів похилої камери жатки за допомогою механічних передач (рис. 2.40). У деяких широкозахватних валкових жатках, як-от у канадської фірми «MacDon», для приводу використовують гідромотор. При будь-якій кінематичній схемі приводу ножа найважливішим технічним завданням залишається вибір оптимального способу перетворення обертального руху валів у зворотно-поступальне переміщення ножа.

**Кривошипно-шатунні механізми приводу різальних апаратів.** Для приводу різальних апаратів можуть використовувати різні варіанти кривошипно-шатунних механізмів (рис. 2.41). На зернових жатках найчастіше застосовують варіант із коромислом (рис. 2.41, а), для якого характерне розміщення кривошипа 1 на задній стінці корпусу жатки, а шатуна 2 — уздовж однієї з її боковин. Рух на шатун при цьому пере-

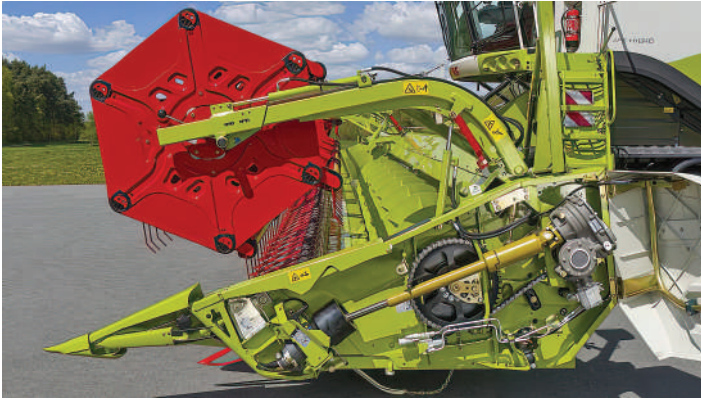


Рис. 2.40. Загальна будова приводу різального апарата

дається через коромисло 3 та сполучну ланку 4. Оскільки кінці коромисла 3 здійснюють рух по дузі, то для з'єднання всіх компонентів приводу використовують кульові шарніри  $C$ ,  $E$  і  $F$ . Регулювання співвісності сегментів ножа 5 у крайніх положеннях щодо осей відповідних пальців при такій конструкції здійснюють за рахунок зміни довжини шатуна 2.

Оскільки сполучна ланка 4 під час переміщення здійснює коливальні рухи в горизонтальній площині щодо осі шарніра  $F$ , на головку ножа діє поперечне знакозмінне навантаження, що спричиняє збільшення енерговитрат і зношування контактних поверхонь. Для забезпечення необхідного ресурсу напрямні головки ножа та кульові шарніри потрібно регулярно змащувати.

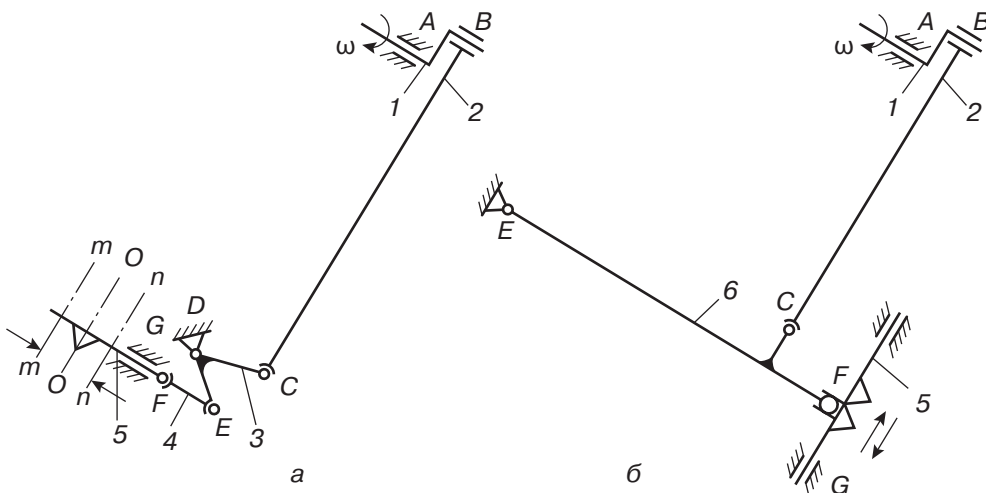


Рис. 2.41. Схеми кривошипно-шатунних механізмів приводу ножа:

$a$  — з коромислом;  $b$  — з водилом; 1 — кривошип; 2 — шатун; 3 — коромисло;  
4 — сполучна ланка; 5 — ніж; 6 — водило

Сполучна ланка 4 в різальному апараті виконує також функцію запобіжного пристрою. Для цього вона виконана у вигляді двох щічок, стягнутих болтом через пружину. Сферичні поверхні щічок охоплюють сфери кульових шарнірів. При виникненні на ножі екстремально великого навантаження (наприклад, при потраплянні в нього стороннього предмета) різке зростання зусилля долає тиск пружини, відстань між щічками збільшується, і вони зісковзують зі сферичної поверхні одного із шарнірів, захищаючи інші деталі різального апарата від руйнування.

Висока швидкість ножа та великі інерційні навантаження на ланках приводу в альтернативних варіантах реагування на миттєве перенавантаження малоефективні.

Сила притискання головки ножа до напрямних залежить від положення осі коромисла  $D$  (3, рис. 2.41, а, с. 59). Вона має бути встановлена так, щоб при знаходженні осі симетрії сегмента  $O-O$  точно посередині між осями  $m-m$  і  $n-n$  відповідних пальців ніж і сполучна ланка розташовувалися на одній лінії.

Механізм із водилом (рис. 2.41, б, с. 59) зазвичай використовують у валкових жатках для бобових культур. У такому приводі його ланки розміщуються між ведучою та веденою частинами транспортера, що унеможливує намотування на них стебел. Оскільки точка  $F$  водила рухається по дузі, відбувається прослизання його відносно приводу ножа. Для компенсації прослизання в системі зазвичай використовується еластичний проміжний елемент, який також зменшує ударні навантаження на деталі приводу. Так, наприклад, у бобових жатках Бердянського заводу шатун з'єднаний із кулісою за допомогою сайлентблоків (покрытих гумою втулок).

**Привід механізмом коливальної шайби.** Останнім часом кривошипно-шатунні приводи ножа потіснив механізм коливальної шайби (рис. 2.42). Його ведучий вал 1 виконують зі «зламом». Перпендикулярно до відігнутого кінця 3 вала установлена шайба 12 із підшипником кочення 13. На зовнішньому кільці підшипника 13 змонтована обичайка 4. Вона передає зусилля на ведений вал 5 і далі на водило 7, з'єднане сполучною ланкою 9 із ножем 8.

При обертанні ведучого вала 1 важіль водила 7 здійснює коливальний рух, унаслідок чого ніж рухається зворотно-поступально. Дугоподібна траєкторія кінця водила 7 періодично притискає головку ножа 8 то до нижньої, то до верхньої поверхні напрямної.

За конструкцією сполучна ланка 9 аналогічна ланці 4 (рис. 2.41, а, с. 59), що застосовується в кривошипно-шатунних механізмах, а співвісність між сегментами та пальцями регулюють зміною довжини водила 7.

Якість і надійність роботи різального апарата залежать від зазорів між сегментами ножа та протирізальними пластинами (вкладишами) і правильності монтажу елементів апарата та його приводу, а також своєчасного змащування тертьових поверхонь.

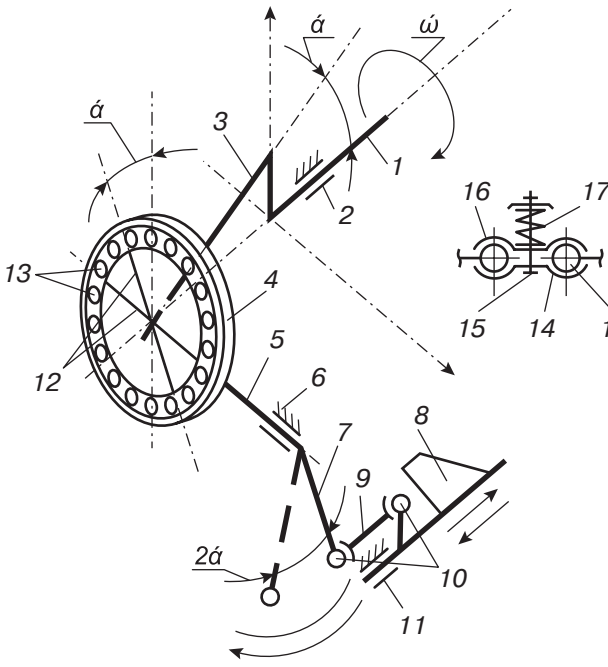


Рис. 2.42. Принципова схема механізму коливальної шайби:  
 1 — ведучий вал; 2 і 6 — корпус; 3 — коліно ведучого вала; 4 — обичайка; 5 — вал ведений; 7 — водило; 8 — ніж; 9 — сполучна ланка; 10 — кульові шарніри; 11 — напрямна головка ножа; 12 — шайба; 13 — підшипник кочення; 14, 16 — щічки; 15 — болт стяжний; 17 — пружина

З'єднання ножа з важелем регулюють переміщенням головки 3 (рис. 2.43) важеля механізму коливальної шайби. При цьому потрібно, щоб зміщення осей А головок ножа становило  $A = 2,5-3,0$  мм при ході В головки важеля 88 мм.

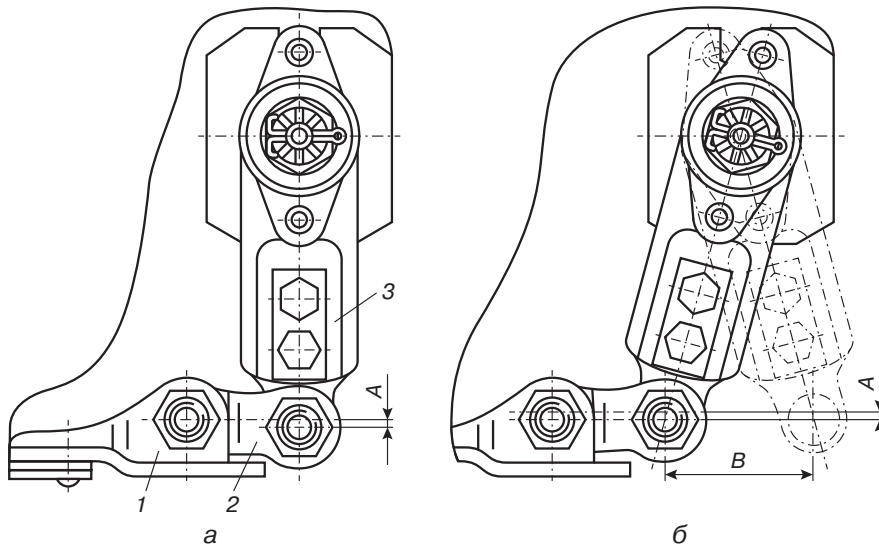


Рис. 2.43. Регулювання з'єднання головок ножа і важеля механізму коливальної шайби: а — важіль у середньому положенні; б — важіль у крайніх положеннях; 1 — головка ножа; 2 — з'єднувальна щічка; 3 — головка важеля; А — зміщення осей головок важеля та ножа ( $A = 2,5-3,0$  мм); В — хід головок важеля і ножа ( $B = 88$  мм)

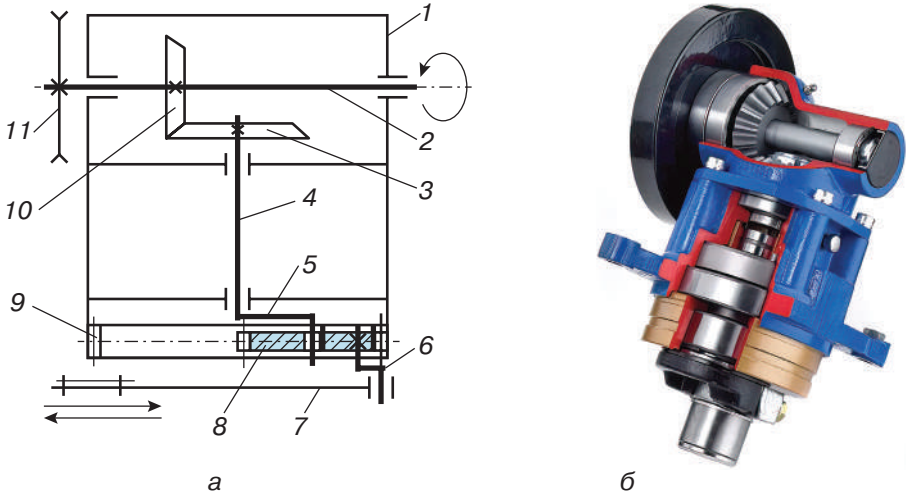


Рис. 2.44. Привід ножа планетарного типу (схема а та загальна будова б):  
 1 — корпус; 2 — ведучий вал; 3, 10 — конічна передача; 4 — ведений вал;  
 5 — водило; 6 — цапфа; 7 — ніж; 8 — сателіт; 9 — шестірня корончата;  
 11 — привідний шків

Положення ножа вважають відрегульованим правильно, якщо від зусилля руки він вільно, але без надмірного люфту переміщується вздовж пальцевого бруса. Під час виконання регулювальних робіт біля різального апарата дизель вимикають.

**Привід планетарного типу (рис. 2.44)** кінематично найбільш досконалий, оскільки повністю розвантажує головку ножа як від поперечних, так і від вертикальних навантажень.

Принцип його роботи заснований на загальновідомому в теорії механізмів і машин ефекті. Якщо передаточне відношення між корончатою шестірнею 9 і сателітом дорівнює двом, то при обертанні водила 5 одна з

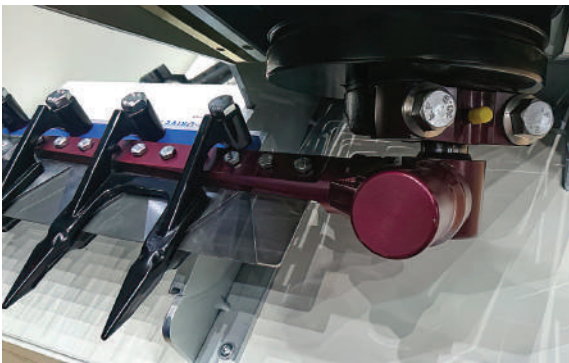


Рис. 2.45. З'єднання приводу з ножом різального апарата

точок сателіта, що знаходиться на подільному колі зубів, переміщується в абсолютному русі прямолінійно (рис. 2.45), тобто по одному з діаметрів корончатої шестірні. З цапфою 6 (рис. 2.44), установленною на сателіті, ніж 7 з'єднаний так, що траєкторія руху цапфи точно збігається з лінією ножа.

Приводи планетарного типу випускають у двох варіантах: привідний шків 11



розміщують на горизонтальному валу 2 або ж конічну передачу виключають, установлюючи привідний шків безпосередньо на вертикальний вал 4 (варіант на схемі не показано).

Оскільки глибина робочого стола в жаток «Vario» може мати різне положення, привід планетарного редуктора здійснюється валом, довжина якого може змінюватися.

Порівнюючи різні типи приводів ножів (рис. 2.46), можна зазначити, що лише планетарний привід (привід Шумахер) забезпечує перетворення обертового руху на зворотно-поступальний без виникнення вертикальних і горизонтальних відхилень.

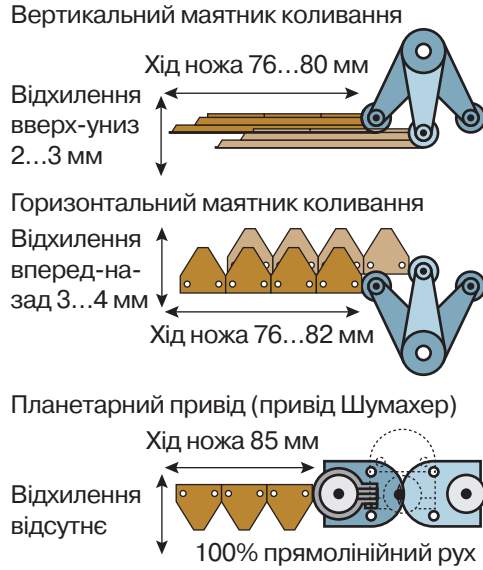


Рис. 2.46. Порівняння приводів ножа різального апарата

### 2.5. Шнек жатки

Шнек (рис. 2.47) призначений для переміщення зрізаної хлібної маси до середини жатки та подання її до бітера проставки або напряму до похилої камери. Він складається із циліндричного корпусу 1, на поверхні якого приварено спіральні витки 2 лівого й правого напрямків

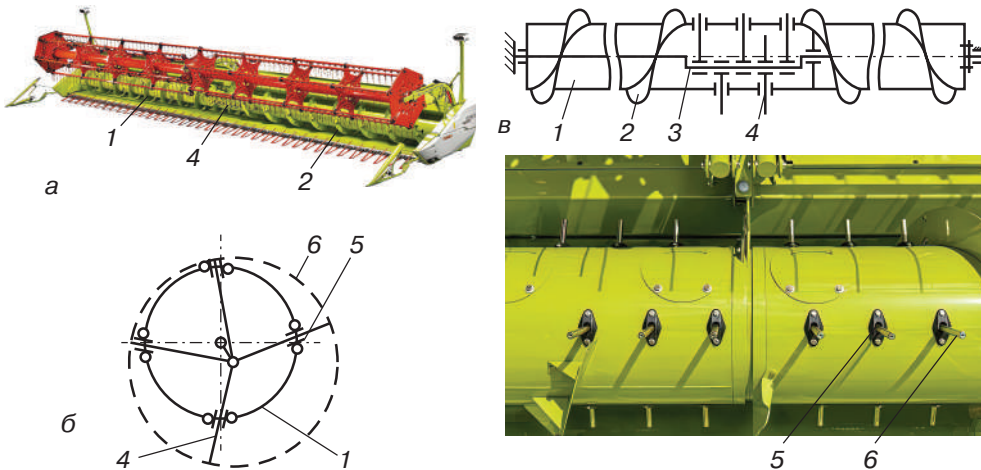


Рис. 2.47. Загальний вигляд шнека жатки (а), його принципова схема (б) та будова пальцевого механізму (в): 1 — корпус шнека; 2 — спіральні витки; 3 — колінчаста вісь; 4 — палець; 5 — вічка; 6 — траєкторія руху пальців

навивання. У центрі шнека напроти вікна похилої камери розміщено пальцевий механізм 4. На деяких моделях жаток пальці встановлено також між витками шнека.

З торця шнек оснащений цапфою, установленою в підшипник кочення, корпус якого змонтовано на спеціальній плиті, закріпленій на боковині жатки (на схемі не показано). На кінці цапфи змонтовано приводну зірочку із запобіжною муфтою фрикційного типу. (Її регулюють на спрацьовування в разі перевищення допустимого крутного моменту.) Аналогічна плита з'єднує з другої боковини жатки кінець колінчастої осі 3, щодо якої шнек може вільно прокручуватися. Обидві плити можна переміщувати в боковинах жатки у вертикальному напрямку. За рахунок цього регулюють зазор між витками шнека та днищем жатки або платформи-підбирача. Під час роботи на густому хлібостой шнек піднімають, а при збиранні низькорослих, зріджених зернових зазор між днищем жатки та витками шнека зменшують.

Пальцевий механізм складається із закріпленої нерухомо колінчастої осі 3, на якій із можливістю повороту встановлено пальці 4, кінці яких через спеціальні пластмасові вічка 5 виходять за межі циліндричної поверхні шнека. Частина колінчастої осі, яка співвісна циліндричній поверхні шнека, із зовнішнього боку боковини жатки має спеціальну рукоятку (на схемі не показано), поворотом якої можна змінювати положення її коліна в просторі.

При обертанні шнека 1 спіральні витки 2 переміщують хлібну масу в напрямку до його середньої частини, де її захоплюють пальці 4. Оскільки втулки пальців обертаються на колінчастій осі 3, вісь якої зміщена відносно осі обертання корпусу шнека, пальці плавно виходять із корпусу й ховаються в ньому, описуючи своїми кінцями траєкторію 6. Отже, пальці найбільше виходять із циліндра у передній і нижній частинах, а входять — у верхній задній, що забезпечує захоплення хлібної маси й переміщення її до бітера проставки чи безпосередньо до похилого транспортера.

Для обслуговування пальцевого механізму в середній частині корпусу передбачено люк, закритий під час роботи частиною знімної циліндричної поверхні із закріпленими на ній вічками.

Зазор (6–30 мм) між пальцями й днищем жатки регулюють поворотом колінчастої осі за допомогою важеля, розміщеного на правій боковині корпусу.

Під час збирання високоврожайних культур важливо, щоб пальці максимально виступали у верхній зоні, оскільки перед пальцевим механізмом нагромаджується значна маса стебел. Що далі виступають пальці, то краще вони підхоплюють стебла. Обертати шнек за пальці заборонено.

Під час збирання вологого й соломистого збіжжя може статися забивання шнека. Для його прокручування у зворотному напрямку на

деяких комбайнах (як-от на моделі 8820 фірми «John Deere») передбачено реверсивні гідрофіковані редуктори.

Шнеки жаток комбайнів «John Deere» серії 9000 додатково мають можливість регулювання відстані між шнеком і задньою стінкою. Крім того, шнекові пальці розміщені не тільки в середній частині, а й між спіральними витками, по одному пальцю на кожен міжвитковий простір. Додатковими пальцями обладнують міжвитковий простір шнеків жатки також інші фірми («Fendt», «New Holland», «Sampo Rosenlew», «Claas» та ін.).

Поліпшити захоплення шнеком скошеної хлібної маси можна, збільшивши діаметр шнека й глибину витків. А у жатки «Powerflow» підведення хлібної маси до шнека здійснюється додатковим ремінним транспортером.

Шнеки жаток різних фірм відрізняються не тільки діаметрами й глибиною витків. Певні нюанси є також у розміщенні пальців у середній частині шнека. Традиційно використовують чотири ряди рівномірно розподілених пальців. Однак у жаток комбайнів «MF 3640» і «MF 5650» пальці розміщені по гвинтових лініях. Це забезпечує більш рівномірне подання хлібної маси до похилої камери й далі до молотильного пристрою.

Для забезпечення безперебійного підведення скошеної маси з різального апарата до шнека доводиться враховувати, що між траєкторіями руху пальців шнека та мотовила існує «мертва» зона трикутної форми. Для зменшення її негативного впливу на стабільність процесу подання хлібної маси днище жатки відразу за різальним апаратом виконують не плоским, а у вигляді хвилеподібного підняття чи поріжка (рис. 2.48).



Рис. 2.48. Поріжок на днищі жатки для безперебійного подання хлібної маси з різального апарата до шнека

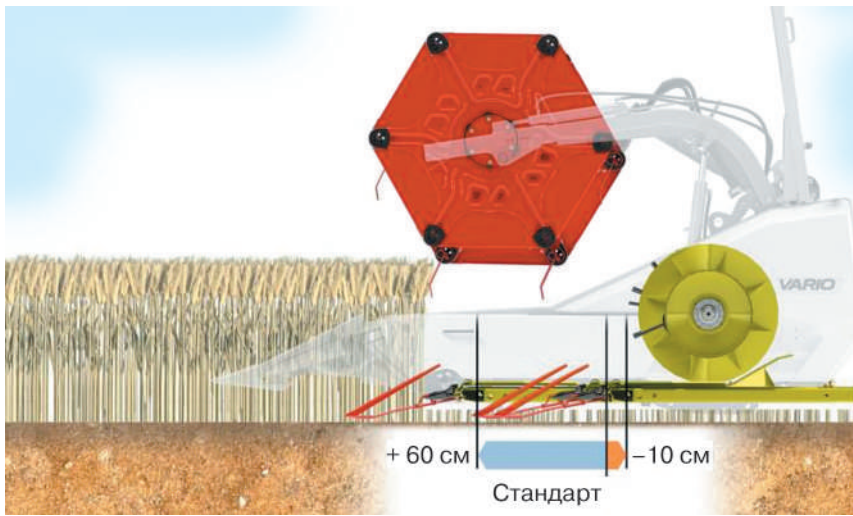


Рис. 2.49. Жатка «Vario» з горизонтальним регулюванням глибини стола

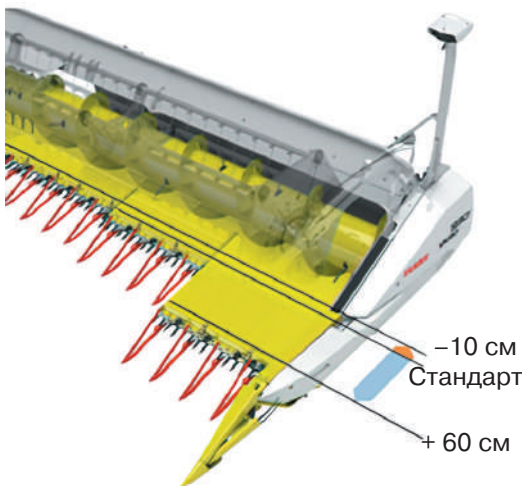


Рис. 2.50. Зміна положення різального апарата жатки «Vario» для регулювання глибини стола

У деяких жаток («John Deere», «Claas» та ін.) глибину стола виконують регульованої довжини (рис. 2.49), змінюючи її відповідно до стану стеблостою.

Так, жатка «Vario» забезпечує рівномірний потік рослинної маси в будь-яких умовах завдяки горизонтальному регулюванню глибини стола (рис. 2.50). Відстань між ножовим брусом і шнеком, яку можна плавно змінювати на 700 мм — на 600 мм вперед і на 100 мм назад — є важливим фактором для підвищення продуктивності на 10 %.

## 2.6. Стрічкові транспортери жаток

На жатці PF комбайна «Massey Ferguson» (рис. 2.51) між різальним апаратом і шнеком встановлено подовжній транспортер для кращого подання скошеної хлібної маси до шнека.

Оригінальним вирішенням проблеми стійкого відведення маси від різального апарата є обладнання днища жатки поперечним щодо напрямку руху стрічковим транспортером.



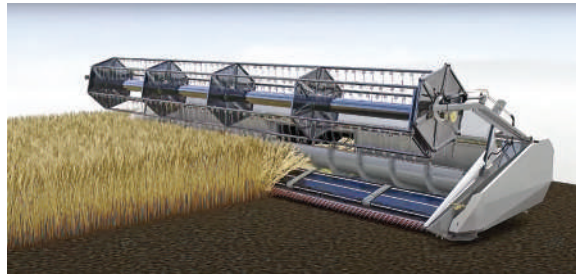


Рис. 2.51. Жатка «PF Massey Ferguson» із подовжнім транспортером між різальним апаратом і шнеком

Так, наприклад, жатка «John Deere» серії 700D (рис. 2.52) оснащена додатковими поперечними стрічковими транспортерами з високими ребрами (25 мм). Використання поперечного транспортера забезпечує подання скошеної хлібної маси колосками вперед до молотильного барабана, а отже, краще її обмолочування.



Рис. 2.52. Жатка «John Deere» серії 700D із додатковими поперечними стрічковими транспортерами, що мають високі ребра



Використання поперечних транспортерів дало змогу частково або повністю відмовитися від шнека (рис. 2.53, с. 68). Полотно транспортера зазвичай складається з кількох секцій, змонтованих на загальному ведучому валу, але кожна з них при цьому має індивідуальний натяжний пристрій. Щілини між секціями закривають щитками.

Система допомоги механізатору «Automatic Belt Speed» безперервно автоматично регулює швидкість транспортерів залежно від швидкості руху комбайна та скошеної хлібної маси (рис. 2.54, с. 68). Зазначене ускладнення конструкції особливо виправдане під час збирання такої специфічної культури, як ріпак. За даними фірми «Massey Ferguson»,



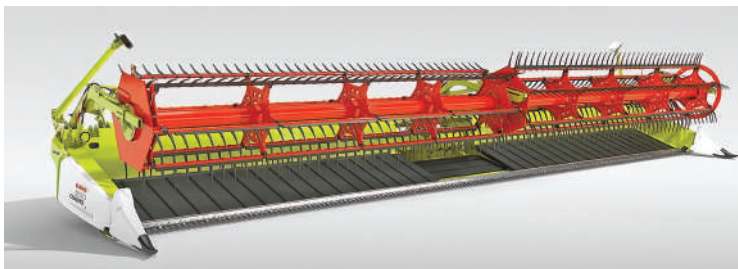


Рис. 2.53. Обладнання днища жатки поперечним стрічковим транспортером

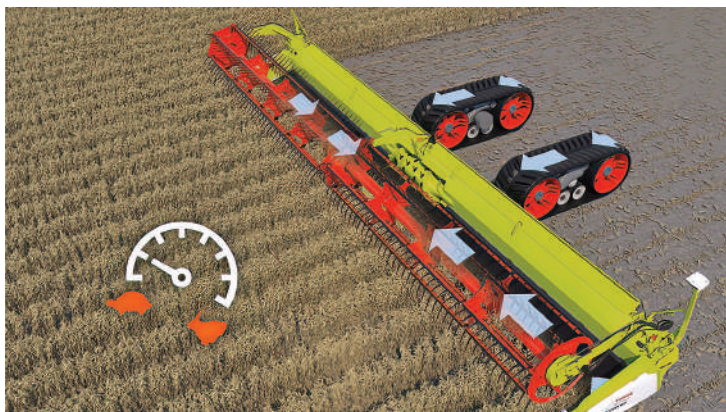


Рис. 2.54. Оснащення стрічкового транспортера системою «Automatic Belt Speed» дає змогу автоматично регулювати його швидкість залежно від швидкості руху комбайна та скошеної хлібної маси

за рахунок такого пристрою продуктивність комбайна на збиранні олійного ріпаку значно зросла, особливо на густих високостеблових рослинах.

Жатки «Convio» комбайнів «Claas» призначені переважно для роботи з традиційними культурами, такими як зернові та ріпак. Полотняна жатка «Convio Flex» також ефективна під час збирання сої, зернобобових і злакових трав. Система допомоги механізатору, що контролює висоту мотовила й копіювання рельєфу, а також інші інноваційні конструкційні рішення зменшують робоче навантаження на оператора та зводять до мінімуму втрати врожаю. Нові приставки повністю інтегруються з бортовим терміналом SEBIS. Обидві моделі можуть бути використані на комбайні «Lexion», а жатку «Convio Flex 770» також можна навішувати на комбайн «Tusano».

На відміну від жатки «Convio» із жорстким ножовим брусом і столом, у моделі «Convio Flex» обидва ці елементи та поперечні транспортерні стрічки зроблено гнучкими. А отже, різальний апарат здатний повторювати рельєф ґрунту, забезпечуючи мінімальну висоту зрізання по всій робочій ширині жатки. Це сприяє зниженню втрат під час зби-

рання низькорослих культур, зокрема сої. Водночас «Convio Flex» здатна працювати також як звичайна жатка із жорстким різальним апаратом і столом, коли йдеться про збирання зернових культур. На ділянках із полеглими рослинами приставку можна перевести в режим копіювання рельєфу й збирати врожай із мінімальними втратами.

Як опцію на таких жатках як ліворуч, так і праворуч може бути встановлено шнеки діаметром 425 мм у верхній частині задньої стінки різального апарата, що запобігають «зависанню» сильно сплетеної маси над транспортерами, а також ріпакові вертикальні ножі, які монтують і демонтують без використання будь-яких інструментів. Щоб мінімізувати втрати, центральний транспортер доповнено гумовим піддоном, а високий поріг різального апарата запобігає втратам і зменшує ризик потрапляння каміння в машину.

Так, жатки «Maxflo» комбайнів «Claas» (рис. 2.55) оснащені системою активного подання хлібної маси транспортерами. Їх розроблено для збирання в регіонах із низькою врожайністю. Налаштування транспортера забезпечує оптимальну адаптацію до різних культур і різної швидкості роботи.

Різальний апарат зрізає рослини, а транспортери подають їх до середньої частини, де під кутом встановлено короткі шнеки. Вони захоплюють хлібну масу й за допомогою напрямного елемента подають у похилу камеру. Цей принцип забезпечує надійне транспортування навіть малої кількості матеріалу. Таке активне подання забезпечує постійний потік хлібної маси в жатці та рівномірне подання її в похилу камеру й молотарку.

Інтегрований до бортового терміналу SEBIS широкий набір автоматичних функцій забезпечує максимально комфортні умови роботи для механізатора. Наприклад, функція «Automatic Belt Speed» налаштовує швидкість поперечного подання під швидкість руху комбайна. Попереджувальні сигнали, що сповіщають про прослизання стрічки транспортера або про її можливу зупинку, дають змогу механізатору навіть в



Рис. 2.55. Жатка «Maxflo Claas»

умовах поганої видимості (уночі або при сильній запиленості) утрити й запобігти проблемам з роботою стрічки.

Реверсивна функція привода жатки працює у двох режимах. Запустити у зворотному напрямку рух центральної та бічних стрічок можна прямо на ходу натисканням однієї кнопки на джойстик управління, що дає змогу легко усувати незначні проблеми. Другий режим, при якому одночасно запускається реверсивний рух мотовила, центральної стрічки, шнека й похилої камери, активується перемикачем на підлокітнику.

Функція автоматичного регулювання висоти різального бруса «Auto Contour» на жатці «Convio Flex» має чотири режими.

1. Для збирання зернових різальний апарат і стіл жатки фіксують у жорсткому положенні.

2. У разі виявлення ділянок поля з полеглою культурою механізатор може, не зупиняючи комбайн, прямо з кабіни перевести жатку із жорсткого в гнучкий режим.

3. У гнучкому режимі завдяки копіювальним дугам ножовий брус може точно повторювати рельєф ґрунту. Завдяки загальному діапазону вигину 225 мм (90 мм угору та 135 мм униз від нейтрального положення) жатка «Convio Flex» здатна адаптуватися практично до будь-якого рельєфу ґрунту.

4. У режимі «Auto Contour Flex» для вибору оптимального положення, що забезпечує одночасно постійний потік маси, точне проходження рельєфу та мінімальну висоту зрізання, різальний апарат використовує дані, які надходять від спеціальних датчиків. При цьому навіть низькорослі культури збирають із мінімальними втратами.

Новинкою є також застосування копіювального мотовила з інноваційною формою криволінійних напрямних, які забезпечують оптимальне подання маси за будь-яких умов збирання, особливо під час роботи з низькорослими культурами. Крім того, така концепція ефективно запобігає закручуванню стебел навколо мотовила. У важких умовах, як-от збирання полеглих культур, мотовило перед зрізанням піднімає стебла й надійно передає скошені рослини до транспортера. Таке рішення істотно скорочує втрати зерна на жатці, особливо під час збирання низькорослих зернових.

Такі моделі жаток мають гідравлічний привід. Крім того, автоматичний контроль крутного моменту запобігає заглибленню пальців мотовила в ґрунт, а система допомоги механізатору в цілому дає нагоду оптимально налаштувати роботу мотовила й забезпечувати рівномірний потік маси.

**Складні жатки** (рис. 2.56) не вимагають монтажу та демонтажу, гарантують оптимальні ходові якості при добрій видимості й у цілому забезпечують безпроблемний переїзд з одного поля на інше.

Процес складання та розкладання жатки здійснюється автоматично гідравлічною системою комбайна за кілька секунд.



Рис. 2.56. Складна жатка. Завдяки компактній конструкції в складеному положенні забезпечується оптимальний огляд і хороша маневреність під час переїздів навіть в обмеженому просторі

### 2.7. Пристрої для транспортування хлібної маси від жатки до молотарки

**Бітер проставки комбайна КЗС-9-1 «Славутич»** (рис. 2.57) — циліндричний барабан, який передає хлібну масу із жатки до похилої камери. Він також має подібний до жатки пальцевий механізм, додатково оснащений між рядами пальців (по краях або по всій довжині) гребінками.

Привід бітера здійснюється від зірочки 1, яка через ланцюг приводиться в рух від трансмісійного вала похилої камери.

Конструкція бітера передбачає можливість регулювання зазору між днищем проставки та кінцями пальців поворотом рукоятки 14, з'єднаної з колінчастою віссю 6. За середніх умов роботи встановлюють зазор орієнтовно 35 мм. Запобіжну муфту приводу бітера регулюють на спрацювання при перевищенні крутного моменту 500 Н·м.

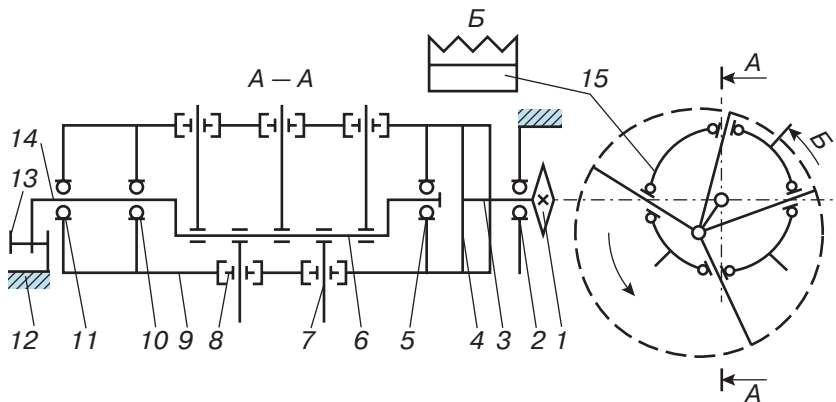


Рис. 2.57. Схема бітера проставки комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

1 — приводна зірочка; 2, 5, 10 і 11 — підшипники кочення; 3 — цапфа; 4 — диск; 6 — колінчаста вісь; 7 — палець; 8 — вічко; 9 — барабан; 12 — боковина корпусу проставки; 13 — болт фіксації рукоятки; 14 — рукоятка; 15 — гребінка



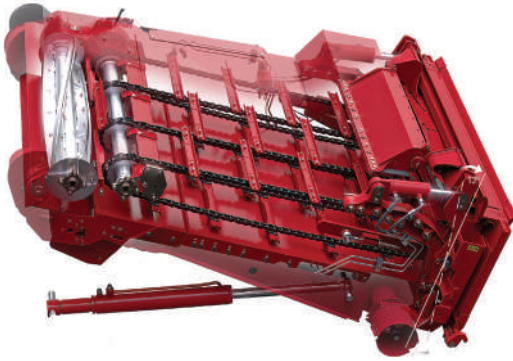


Рис. 2.58. Похила камера з плаваючим транспортером комбайна «Case IH»

Прокручувати бітер за пальці заборонено. На комбайні «Лан» проставки з бітером у похилій камері немає.

*Похила камера (рис. 2.58)* з'єднує проставку жатки (чи безпосередньо жатку) з остовом комбайна. У ній розміщено плаваючий транспортер, який подає хлібну масу від бітера проставки до приймальної камери молотарки.

Плаваючий транспортер складається з трьох або чотирьох (залежно від ширини молотарки) паралельних ланцюгів 19 (рис. 2.59), з'єднаних у поперечному напрямку планками 20, розміщеними в шаховому порядку. При цьому в деяких комбайнів («Vector», «Acros» та ін.) усі ланцюги об'єднані планками в одне полотно.

У комбайнів «Mega» («Claas»), «MF-7200 Beta» («Massey Ferguson») та деяких інших ланцюги з'єднані планками попарно. Планки до ланцюгів кріплять здебільшого болтами або заклепками.

На ведучому валу жорстко прикріплені зірочки ланцюгів транспортера, привідний шків із запобіжною муфтою і зірочка ланцюгової передачі до трансмісійного вала. Кожен ланцюг утворює замкнутий контур, охоплюючи ведучу зірочку 16, розміщену на верхньому валу 18, і ведений вал 2. Останній може бути виконаний як суцільний барабан («John Deere» серії 9000, «Case-2388» та ін.) або мати відносно невеликий діаметр із зірочками, змонтованими на ньому («MF-7200 Beta», комбайни «New Holland» серії TS та ін.). При цьому в усіх комбайнах ведений вал 2 підпружинений у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Із цією метою його кінцеві цапфи встановлюють у підшипниках двох корпусів 3, закріплених на важелях 23. Останні з'єднані з натяжними гвинтами 10, розміщеними із зовнішнього боку боковин корпусу 4. Осі 22, що сполучають їх, проходять крізь похилі пази в боковинах, по яких вони можуть переміщуватися разом із валом 2. Гайки 11 забезпечують необхідний натяг ланцюгів 19.

При обертанні ведучого вала його зірочки приводять у дію ланцюгово-планчастий транспортер, планки якого підхоплюють хлібну масу, протягують її по днищу похилої камери й подають у приймальну камеру



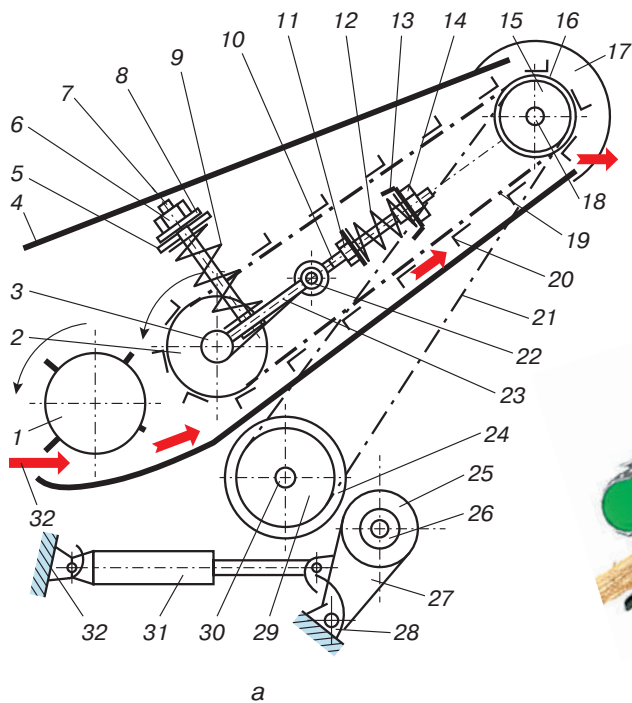


Рис. 2.59. Будова похилої камери (а) і рух хлібної маси через неї (б):

- 1 — бітер; 2 — ведений вал (барaban) транспортера; 3 — корпус підшипника; 4, 5, 13, 28 — корпус похилої камери; 6, 11, 14 — гайки; 7 — болт; 8 — шайба регульовальна; 9, 12 — пружини; 10 — гвинт натяжний; 15 — ведуча зірочка (шків) передачі на контрпривідний вал; 16 — ведуча зірочка транспортера; 17 — привідний шків похилої камери; 18 — вал верхній; 19 — ланцюг транспортера; 20 — планка; 21 — ланцюг (пас) приводу контрпривідного вала; 22 — вісь; 23 — важіль; 24, 26 — шестерні; 25 — гідромотор; 27 — важіль гідромотора; 29 — зірочка (шків) контрпривідного вала; 30 — вал контрприводу жатки; 31 — гідроциліндр; 32 — хлібна маса

молотарки. У разі подання пальцевим механізмом бітера проставки великої порції хлібної маси її спочатку приймає ведений барабан транспортера.

Важіль підвіски 3 (рис. 2.60, с. 74) може повертатися навколо пальця 7, змінюючи в такий спосіб відстань між днищем похилої камери та планками транспортера. Повороту перешкоджає пружина 5, яка впирається одним кінцем у поверхню важеля 3, а другим — у кутник 4 корпусу. Оптимальну величину зазору між днищем і планками транспортера (5–10 мм) забезпечують шляхом установлення (або зняття) шайб між кутником 4 та гайкою болта 6. Запасу стиснення пружин має бути достатньо для підняття вала на 50 мм.

Така конструкція підвіски дає змогу транспортеру «плавати», тобто автоматично пристосовуватися до мінливої товщини шару хлібної маси.

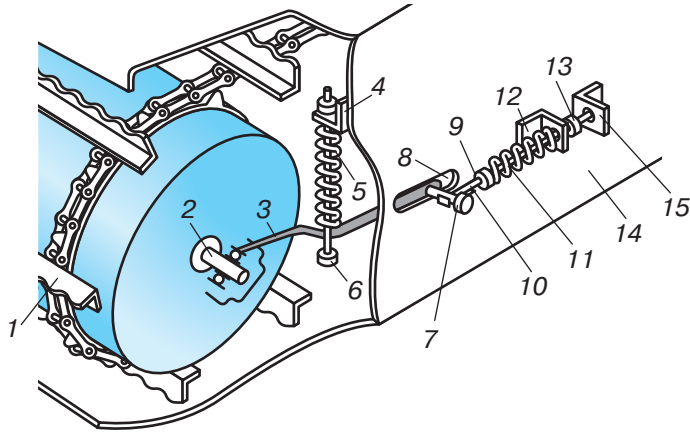


Рис. 2.60. Схема підвіски веденого барабана плаваючого транспортера:

1 — ланцюгово-планчастий транспортер; 2 — вал; 3 — важіль підвіски;  
4 — кутник; 5 і 11 — пружини; 6 — болт; 7 — палець; 8 — паз; 9 і 13 — гайки;  
10 — стрижень; 12 — кронштейн; 14 — боковина похилої камери; 15 — упорний кутник

Коли товщина шару збільшується, він посилює тиск на барабан 2 (рис. 2.59, с. 73) знизу. Долаючи зусилля пружин 9, останній піднімається вгору, повертаючи важелі 23 щодо осей 22, транспортер «спливає». Зменшення в цей момент міжосьової відстані між ведучим і веденим валом компенсують пружини 12, переміщуючи осі 22 по похилих пазах униз. При зменшенні товщини шару система повертається у вихідне положення. Якість роботи плаваючого транспортера залежить від правильного натягу ланцюгів і здатності веденого барабана змінювати своє положення залежно від товщини шару хлібної маси.

У міру розтягнення ланцюгів унаслідок зносу їхній натяг відновлюють обертанням гайок 11, 14. Якщо межа регулювання вичерпана, потрібно видалити перехідні ланки на ланцюгах, попередньо послабивши пружини 12 гайками 14 і максимально змістити гайки 11 у бік осей 22. Після з'єднання ланцюгів натяг відновлюють, контролюючи для цього довжину пружин 12. Наприклад, для комбайна «Єнісей» довжина має становити 87–92 мм. При цьому пружини повинні мати запас для додаткового стиснення не менше 15 мм.

Для перевірки натягу ланцюгів транспортера крайній із них піднімають посередині вгору. Зазор під веденим барабаном між днищем похилої камери та планкою транспортера (95–10 мм) регулюють прокладками.

Верхній вал 18 (рис. 2.59, с. 73) змонтований у підшипниках кочення, зовнішні поверхні корпусів яких одночасно є посадковими поверхнями, призначеними для кріплення похилої камери до корпусу молотарки. Вал здійснює передачу крутного моменту всім робочим органам жатки, оснащеним механічним приводом. Для цього на одному його кінці змонтовано привідний шків 17 із запобіжною муфтою фрикційно-

го або кулачкового типу, а на другому — шків (або зірочку) 15, що передає крутний момент контрпривідному валу 30.

Замість ланцюгів на плаваючому транспортері можуть використовуватися зубчасті паси.

### Зворотне прокручування робочих органів жатки та похилої камери.

Механізм реверса похилої камери призначений для прокручування робочих органів жатної частини в зворотному напрямку в разі забивання їх хлібною масою. Особливо такі проблеми виникають під час роботи на полеглих, вологих і сильно засмічених посівах, коли важко забезпечити рівномірність подання хлібної маси. У цьому випадку замість рівномірного потоку може статися порційне вкидання великої маси стебел, які до того ж через полеглисть матимуть підвищену вологість. Також може статися захоплення робочими органами сторонніх предметів, які випадково опинилися на полі та вчасно не були помічені механізатором. При цьому спрацьовують відповідні запобіжні муфти, і робочі органи жатки зупиняються.

У комбайнах різних фірм широко застосовують пристрої, призначені для зворотного прокручування механізмів жатки. Механічне реверсування приводу за допомогою включення відповідної гідromуфти використовують на комбайнах «John Deere» серії 9000. При цьому крутний момент передається безпосередньо від колінчастого вала двигуна, а потужність зворотного прокручування досягає 80 к. с.

На комбайні КЗС-9-1 «Славутич» використовують покрокове зворотне прокручування за допомогою гідроциліндра, що взаємодіє з храповим механізмом (рис. 2.61).

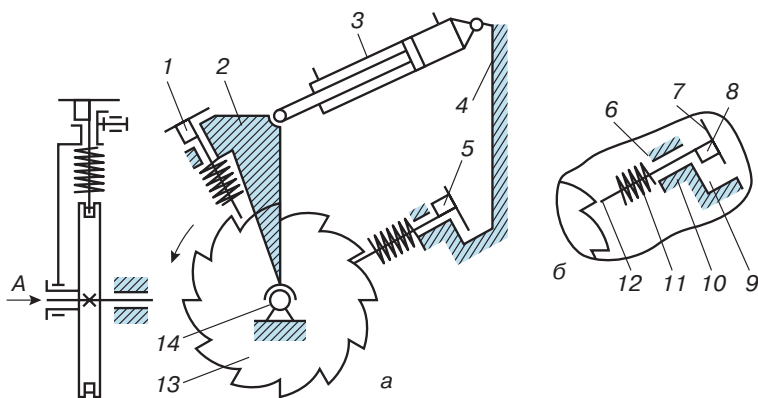


Рис. 2.61. Схема механізму реверсу похилої камери комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

- a* — положення фіксаторів «Увімкнено»; *б* — положення фіксаторів «Вимкнено»;  
 1 і 5 — фіксатори; 2 — водило; 3 — гідроциліндр; 4 — кронштейн боковини похилої камери; 6 — глибокий паз стакану; 7 — маховичок; 8 — виступ маховичка;  
 9 — мілкий паз стакану; 10 — стакан; 11 — пружина; 12 — палець фіксатора;  
 13 — храпове колесо; 14 — трансмісійний вал приводу жатної частини

Для прокручування робочих органів у зворотному напрямку фіксатори 1 і 5 (рис. 2.61, а, с. 75) потрібно опустити для зчеплення із зубцями храповика. Перед увімкненням механізму реверсу обов'язково вимикають привід робочих органів жатної частини.

Під час подання робочої рідини з гідросистеми по черзі в штокову або безштокову порожнину гідроциліндра 3 водило 2 здійснюватиме коливальні рухи. При повороті проти годинникової стрілки фіксатор 1, маючи зачеплення з храповим колесом 13, повертатиме його на деякий кут, а фіксатор 5 при цьому буде вільно проковзувати. При зворотному русі штока гідроциліндра храпове колесо залишиться нерухомим, оскільки воно при цьому буде загальмоване фіксатором 5, а фіксатор 1 вільно проковзує і в крайньому положенні знову заходить у западину зубців.

Керують гідроциліндром за допомогою розподільника, який вмикають кнопками. Цикл прокручувань повторюють, доки не буде усунуто проблему, яка призвела до забивання. Після усунення забивання фіксатори піднімають, а шток гідроциліндра встановлюють до повного його втягування в корпус.

Багато фірм («New Holland», «Claas», «Deutz-Fahr» та ін.) використовують як джерело крутного моменту електродвигуни типу електростартерів, що застосовують для запуску двигунів внутрішнього згоряння. При спрацьовуванні втягувальної котушки приводна шестірня входить у зачеплення із зубчастим колесом великого діаметра й повертає всі робочі органи у зворотний бік. Після відключення стартера пружина приводу виводить його шестірню із зачеплення й надалі під час роботи вона не перешкоджає обертанню валів жатки та похилої камери у звичайному напрямку. Потужність такого електричного стартера може досягати 20 к. с. Привід відрізняється простотою та надійністю. Єдина проблема в тому, що стартер працює в запиленому середовищі, а це може викликати збій у роботі механізму введення ведучої шестірні в зачеплення та її повернення у вихідне положення.

В іншому варіанті приводу як джерело крутного моменту застосовують гідромотор. Такими механізмами зворотного прокручування оснащені комбайни «Challenger 6601670», «Case 2388» та ін.

На комбайнах «Claas» встановлюють не тільки реверс із гідравлічним приводом, а й гальмо приводу жатки. Використання гальма 1 (рис. 2.62) забезпечує ефективний захист від ушкоджень сторонніми предметами. Воно може зупинити жатку в будь-який момент за допомогою багатофункціонального джойстика в кабіні. Гальмо приводу розташоване безпосередньо на похилій камері, завдяки чому загальмовувати треба незначну кількість деталей, які мають невелику інерцію, а отже, для цього потрібний малий гальмівний момент, і гальмо менше зношується.

Під час виникнення заторів хлібної маси гідродвигун 2 забезпечує реверсування приводу. Вмикати гідрореверс можна за допомогою вими-

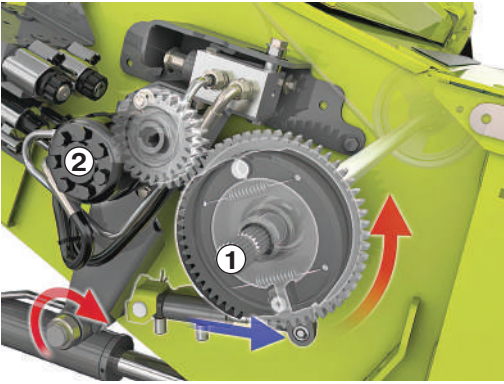


Рис. 2.62. Гальмо приводу жатки та гідрореверс:

1 — гальмо; 2 — гідралічний двигун реверсу

кача в кабіні. При цьому автоматично змінюється також напрям обертання гідроприводу мотовила, що додатково підтримує реверсне подання хлібної маси.

### 2.8. Обчісувальні жатки

Спосіб збирання зернових, насінників трав, рису й інших культур із застосуванням обчісувальних жаток (на відміну від традиційних, коли зрізається та подається в молотарку комбайна вся хлібна маса з бур'янами) полягає в обчісуванні колосків або суцвіть рослин без зрізання стебла. У такий спосіб збирають найбільш цінні складові врожаю — зерно й полови. При цьому в комбайн надходить значно менше технологічної маси, що дає змогу майже вдвічі підвищити продуктивність, зменшити пошкодження зерна, а також майже на 60 % знизити питомі витрати пального й уникнути поломок і передчасного спрацювання окремих робочих органів комбайнів.

Обчісувальні жатки агрегатують із зернозбиральними комбайнами як вітчизняного, так і іноземного виробництва. При цьому комбайни, з якими агрегатують обчісувальну жатку, не потребують ніяких конструктивних змін, а лише мають бути відрегульовані відповідно, урахувавши стан збираних культур та особливості хлібної маси, яка надходить у молотарку.

**Пристрій для обчісування на корені** (рис. 2.63, а, с. 78). Під час руху комбайна кожух 1 відхиляє стебла в напрямку руху. Ротор 2 відводить стебла від кожуха. Пальці обчісувального барабана 3, розділяючи стеблостій на смужки, обчісують колоски (волоті) і спрямовують їх на конвеєр 4 і далі на шнек 5. Шнек направляє зібраний ворох до плаваючого транспортера 6, а звідти — у молотильний пристрій 7. Далі продукти обмолочення надходять на очищення. Після обчісування стебла, що залишилися на полі, зрізають різальним апаратом 8 або окремими ротаційними косарками.

**Обчісувальний пристрій з обчісуванням у потоці зрізаних рослин**, який використовують на рисозбиральному комбайні, працює так.



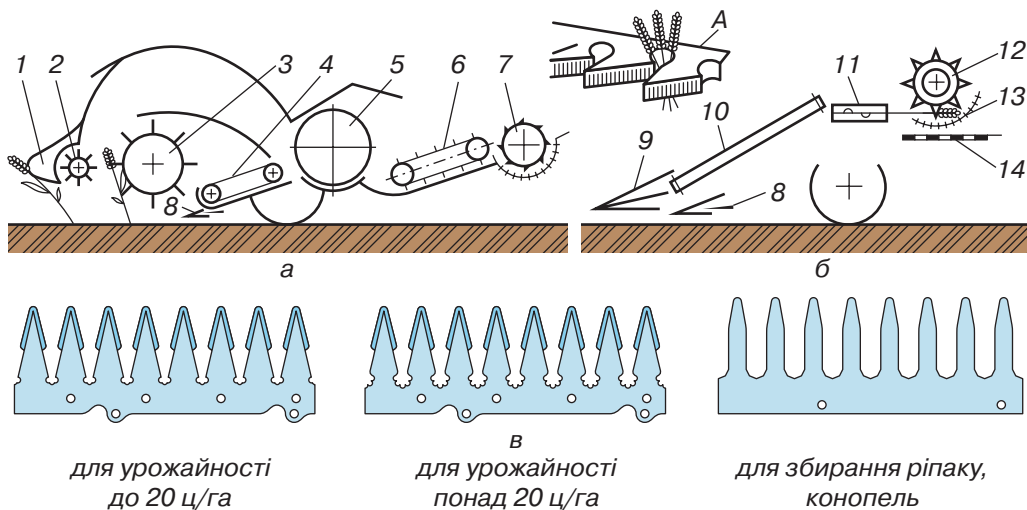


Рис. 2.63. Схеми пристроїв для обчисування:

*а* — на корені; *б* — у потоці зрізаних рослин; *в* — змінні комплекти обчисувальних гребінок; 1 — кожух; 2 — ротор; 3 і 12 — обчисувальні барабани; 4 — конвеєр; 5 — шнек; 6 — плаваючий транспортер; 7 — молотарка; 8 — різальний апарат; 9 — подільник; 10 — паси рівчака; 11 — затискний конвеєр; 13 — підбарабання; 14 — очисник; А — комірка пальців обчисувального барабана

Подільники 9 підводять стебла до рівчака, утвореного двома пасами 10 (рис. 2.63, б), які захоплюють ці стебла. Зрізані різальним апаратом 8 стебла спрямовуються до затискного конвеєра 11, де пальці обчисувального барабана 12 обчисують волоть. Обчисані стебла виводять за межі комбайна, а обчисаний ворох домолочується й надходить на очисник 14.

Застосування обчисувальних жаток можливе в усіх зонах України. Вони призначені для збирання зернових культур (пшениця, ячмінь, жито, овес), добре зарекомендували себе під час збирання рису, гречки, насінників трав, а також полеглих хлібів.

Одна з найважливіших переваг нової технології в тому, що збирання врожаю з високою продуктивністю можливе також за підвищеної вологості соломи, забур'яненості та полеглих рослин. Це дає змогу не тільки досягти високої продуктивності, а й збільшити період роботи комбайна протягом дня. Доведено, що застосування обчисувальних жаток дає змогу вранці розпочати збирання врожаю комбайном на 2 години раніше, не чекаючи, коли спаде роса, а після короткочасних дощів — через 2–3 години після їхнього припинення.

Однак при використанні обчисувальних пристроїв було зафіксовано підвищені втрати зерна.

## 2.9. Жатки для збирання кукурудзи на зерно

При переобладнанні зернозбирального комбайна для збирання кукурудзи на зерно замість жатки суцільного зрізання (або платформи-підбирача) навішують змінний адаптер — кукурудзяну жатку руслового типу. Число зібраних рядків залежить від ширини молотарки комбайна. Як правило, при ширині молотарки 1,2 м використовують чотирирядний адаптер, а при ширині 1,5 м — шестирядний. Для забезпечення оптимального завантаження найбільш потужних аксіально-роторних комбайнів використовують 8–12-рядні кукурудзяні жатки (наприклад, серії «MF 3000»).

Для піднімання полеглої кукурудзи на боковинах жатки встановлюють шнеки з гідравлічним приводом (рис. 2.64).



Рис. 2.64. Зернозбиральний комбайн із жаткою для збирання кукурудзи

Від жатки суцільного зрізання такий адаптер відрізняється тим, що замість мотовила й різального апарата сегментно-пальцевого типу в його передній частині змонтовано подільники й пристрої для відривання качанів та їхнього транспортування, а також подрібнювачі стебел (рис. 2.65).

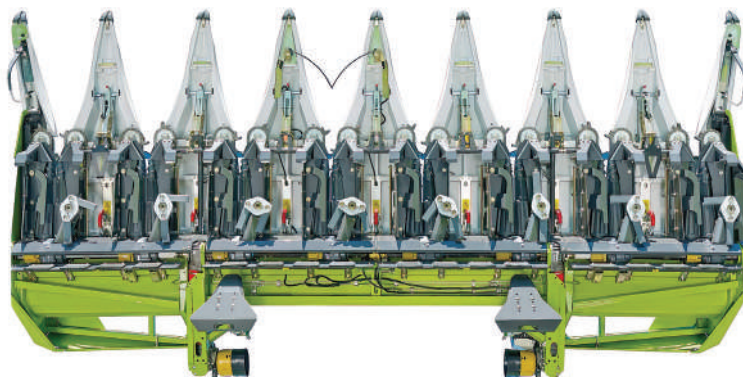


Рис. 2.65. Загальний вигляд жатки для збирання кукурудзи (вигляд знизу)

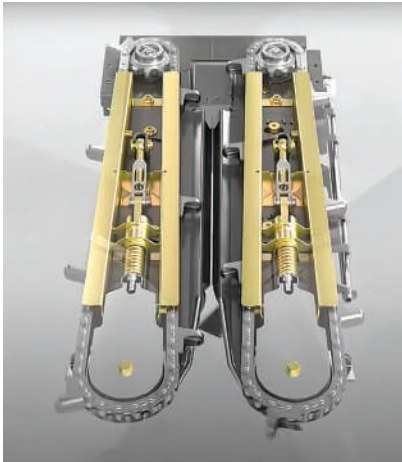


Рис. 2.66. Ланцюги із захоплювальними лапками для подання зрізаних стебел до качановіддільника

Площина ланцюга (рис. 2.66), що подає зрізані стебла, розташована щодо поверхні поля під кутом приблизно 20–25°, а відстань по фронту між подільниками відповідає ширині міжрядь кукурудзи (55–80 см). Крім того, жатка має шнек, який збирає потік качанів, і похилу камеру, що забезпечує їхнє подання в молотильний пристрій.

Існують різні типи протягувально-подрібнювальних механізмів: PCA — з інтегрованим подрібнювачем (валець із ножами + протирізальна пластина), «Rota Disc» (два вальці, які подають і переминають + вал із дисковими ножами), «Mais Star» (система із заднім розташуванням подрібнювального роторного ножа).

Розглянемо роботу механізму відокремлення качанів на прикладі кукурудзяної жатки «Rota-disc» фірми «Geringhoff».

Ланцюги 3 (рис. 2.67) із захоплювальними лапками протягують попередньо сформовані пасивними подільниками 1 стебла кукурудзи в щілину між двома відривними пластинами 5, що утворюють качано-відривний механізм.

Оскільки ширина щілини достатня для проходу стебел, але менша від товщини качанів 10, то при протягуванні стебла вальцями 8, 11 качани

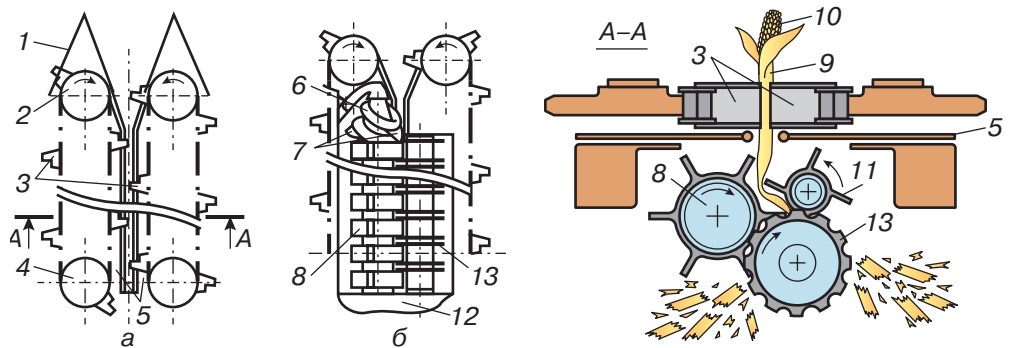


Рис. 2.67. Принципова схема кукурудзяної жатки (приставки) «Rota-disc» фірми «Geringhoff»:

- a* — вигляд зверху; *б* — вигляд знизу; 1 — подільник; 2, 4 — ведена й ведуча зірочка подавального ланцюга; 3 — подавальний ланцюг; 5 — відривна пластина; 6 — шнек живильний; 7 — обрізальні ножі живильного шнека; 8, 11 — вальці; 9 — стебло кукурудзи; 10 — качан; 12 — редуктор приводу; 13 — ножі дискові

відриваються й переміщуються ланцюгами 3 до поперечного шнека. Процес протягування стебла вниз відбувається одночасно з його переміщенням ланцюгами 3 вздовж щілини качановідривного механізму, тому в роботі задіяно всю довжину вальців 8, 11 і більшість подрібнювальних ножів 13. Ножі виготовлено так, що їхні різальні кромки мають ефект самозаточування. На краю живильного шнека 6 на його витках розміщено обрізальні ножі 7 для відділення стебла від кореня.

При незмінності принципу роботи в цілому деякі кукурудзяні жатки можуть бути обладнані поперечними подрібнювальними пристроями. А кукурудзяні жатки фірми «Claas» — подрібнювальними ножами молоткового типу, закріпленими на фланцях вертикальних валів. Перевага подовжніх подрібнювачів у тому, що вони розрізають стебла не тільки впоперек, але й уздовж, що прискорює їхнє перегнивання, особливо важливе при мінімальному обробітку ґрунту.

Існують також інші конструкції для подрібнення стебел кукурудзи. Так, жатки «Geringhoff Mais Star SC (MS SC)» оснащені роторними ножами й горизонтальними подрібнювачами (рис. 2.68).

Особливістю таких пристроїв є попереднє подрібнення кукурудзяних стебел роторами з ножами з наступним підведенням їх до горизонтального подрібнювача. Роторні ножі врізаються в стебло, надрізають або зминають його та протягують далі. Горизонтальний подрібнювач забезпечує низький зріз і розриває рослину в надрізах, утворених ножами роторів.

Жатки «Geringhoff Mais Star (MS)» не мають додаткових пристроїв для подрібнення стебел (рис. 2.69, с. 82).

Таку жатку застосовують у тих господарствах, де кукурудзяні стебла використовують для протиерозійного захисту, як паливний матеріал або грубий корм для худоби. Під час її роботи два невеликі ротори із чотирма пластинчастими ножами дзеркально обертаються назустріч один одному. Ножі врізаються в стебло, надрізають або зминають, а потім і протягують його. Качани кукурудзи, як і в попередніх пристроях, відривають розташовані по верх роторів протиризальні пластини.

У жатках «Geringhoff Horizon Star (HS)» використовують вертикальне та горизонтальне розрізання стебел (рис. 2.70, с. 82).

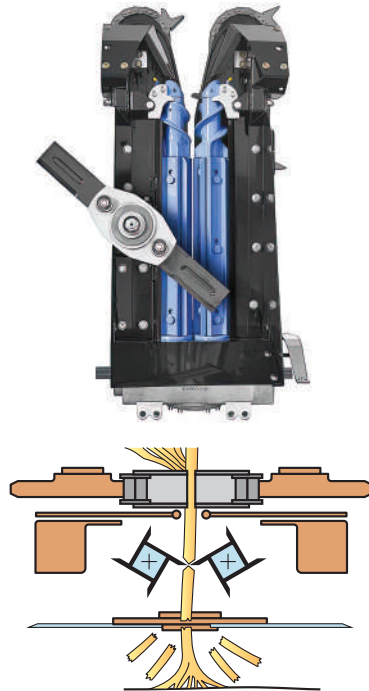


Рис. 2.68. Жатки «Geringhoff Mais Star SC (MS SC)»: роторні ножі та горизонтальний подрібнювач



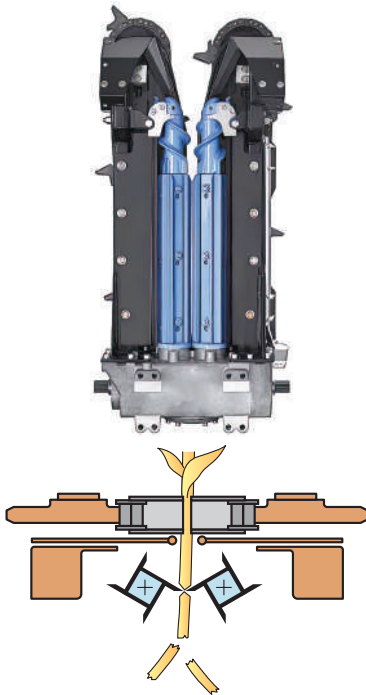


Рис. 2.69. Жатки «Geringhoff Mais Star (MS)» оснащені лише подрібнювальними роторними ножами

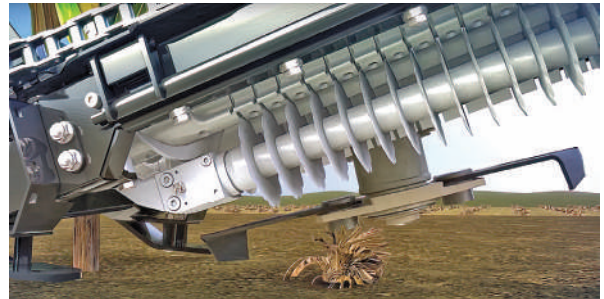
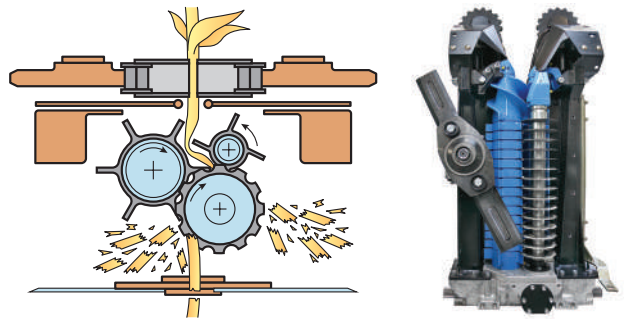


Рис. 2.70. Жатки «Geringhoff Horizon Star (HS)» мають додатковий пристрій для горизонтального подрібнення стебел

Жатки «Geringhoff PCA» оснащені інтегрованим подрібнювачем (рис. 2.71).

Система з інтегрованим подрібнювачем значно відрізняється від звичайних систем качановідривних механізмів. Вона має такі переваги:

складається з меншої кількості вузлів; легша (менша маса) порівняно з іншими подібними машинами; споживає менше енергії для приводу; процес як відривання качана, так і подрібнення стебел здійснюється одним ротором на кожен ряд; є можливість переоснащення для збирання соняшнику.

Для забезпечення максимальної продуктивності відділення качанів у різних регіонах і кліматичних умовах компанія «Claas» пропонує три різні варіанти качановідривних вальців (рис. 2.72).

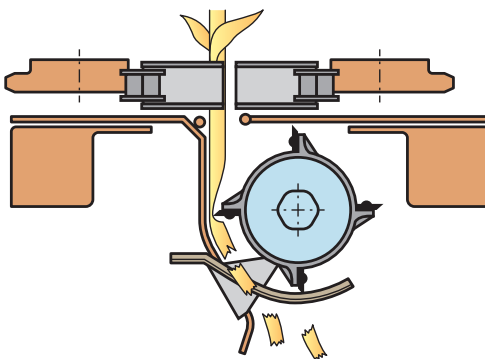


Рис. 2.71. «Жатки Geringhoff PCA» з інтегрованим подрібнювачем



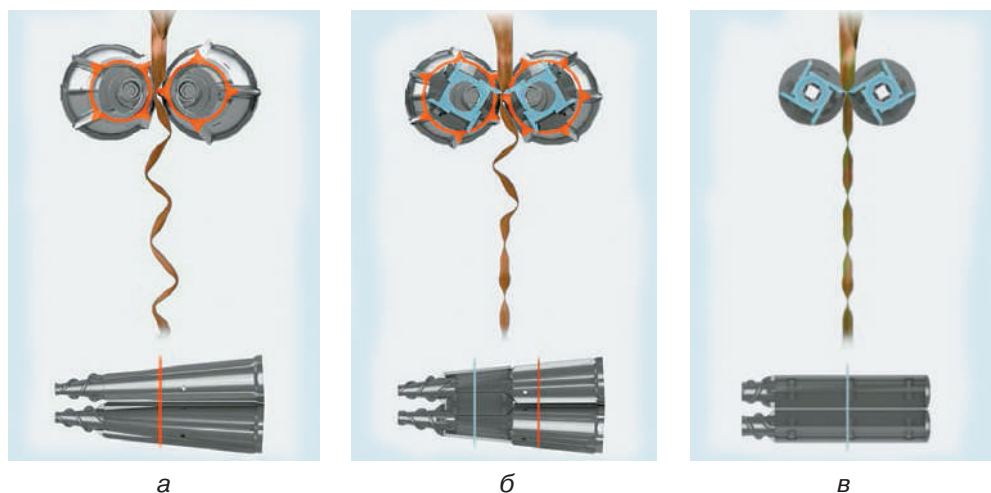


Рис. 2.72. Варіанти качановідривних вальців компанії «Claas»: із суцільним профілем (а), гібридні (б) та лінійні (в)

1. *Із суцільним профілем (рис. 2.72, а).* Вальці такої форми особливо підходять для роботи в сухих умовах. Конічний профіль вальців входить у зачеплення, й рослини дуже м'яко протягуються назад і вниз.

2. *Гібридні вальці (рис. 2.72, б).* Вони підходять для збирання зелених культур. У передній частині прикручено чотири ножі, які активно відтягують униз товсті частини стебел. У їхній задній частині встановлено звичайний суцільний профіль.

3. *Лінійні вальці — універсальні (рис. 2.72, в).* У них швидкість протягування стебел кукурудзи під час процесу відривання качанів залишається постійною (рис. 2.73).

Конічні качановідривні вальці (рис. 2.74, с. 84) відрізняються тим, що швидкість, з якою кукурудза протягується через них, зростає зі



Рис. 2.73. Технологічний процес відривання качана лінійними вальцями та горизонтального подрібнення стебел кукурудзи

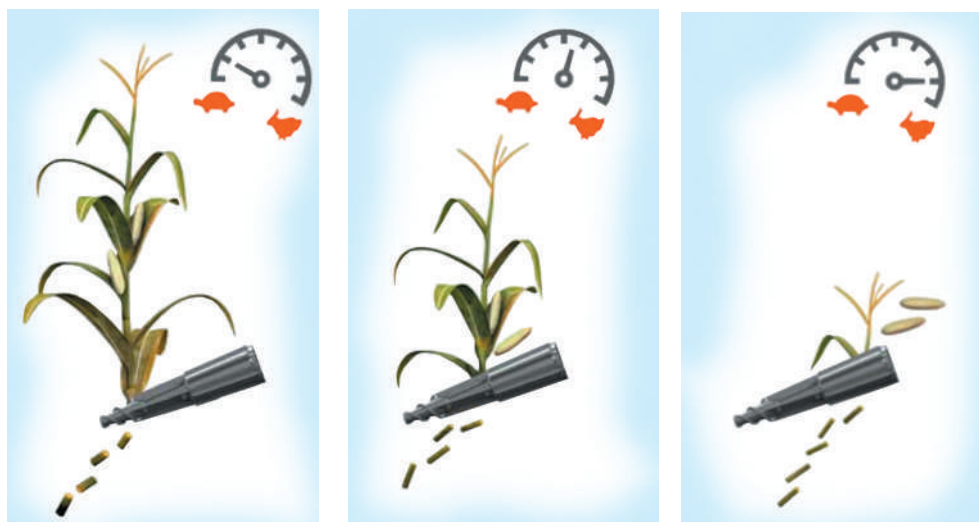


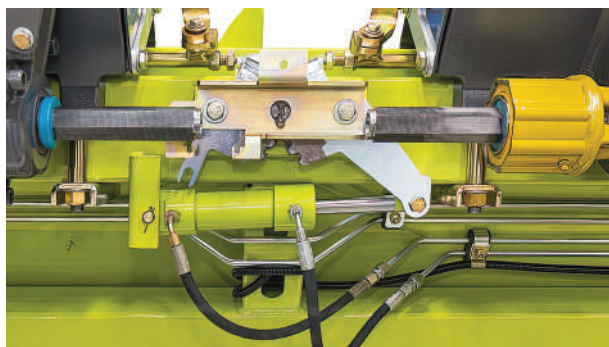
Рис. 2.74. У конічних качано-відривних вальцях швидкість протягування кукурудзи зростає при переміщенні її на більший діаметр вальців



збільшенням діаметра вальців. Отже, кукурудза спочатку втягується повільно, а потім — значно швидше. Це запобігає втраті качанів, а також утворенню залишків у машині внаслідок відривання стебел.

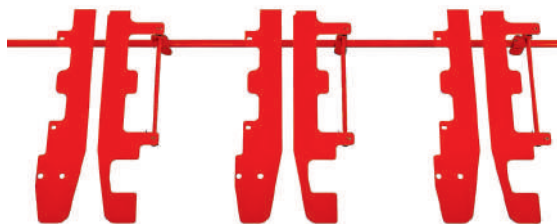
Важливим технологічним регулюванням у кукурудзяних жатках є встановлення зазору між пластинами качановідривного механізму залежно від діаметра качанів. У деяких конструкціях таке регулювання можна здійснювати з кабіни комбайна, наприклад за допомогою гідравлічного виконавчого механізму (рис. 2.75). Для забезпечення контролю за процесом передбачено систему електричної індикації ширини щілини та частоти обертання вальців. Натяг подавальних ланцюгів, як правило, підтримується автоматично.

У деяких конструкціях передбачено можливість автоматичного водіння комбайна по рядках. Так, наприклад, на жатці фірми «Claas» одна з пар подільників оснащена механічними датчиками, що реагують на відхилення комбайна від рядка. За допомогою електричних сигналів датчики з'єднані із системою «Автопілот» комбайна. На основі отриманої інформації електронна система керує клапаном рульового управління та утримує комбайн на правильному курсі.



а

Рис. 2.75. Дистанційне регулювання положення качановідривних пластин: гідроциліндр керування (а) та пластини з приводом їхнього регулювання (б)



б

Система автоматично спрямовує комбайн точно по рядках культури навіть в умовах поганої видимості або при високій швидкості руху. Систему автоматичного водіння комбайна по рядках можна також підключити до системи позиціонування GPS.

### 2.10. Жатки (пристрої) для збирання соняшнику

Оскільки продуктивною частиною рослини соняшнику є розташований угорі стебла верхівковий великий кошик, то недоцільно спрямовувати в молотильний пристрій усе стебло, тому під час збирання зрізають лише кошик, а стебло залишається на полі. Через те що молотарка розвантажена від зайвої стеблової маси, значно зростає продуктивність комбайна, зменшується зношування його робочих органів, поліпшується сепарація та зменшується витрата пального.

Існують два види жаток для збирання соняшнику: рядкові, які збирають кошики зернової культури точно за розміченими посівними рядками, та безрядкові — для суцільних збиральних робіт незалежно від напрямків посіву.

Перевагою безрядкових жаток є можливість рухатися по полю в різних напрямках, без дотримання рядності посівів. Крім того, безрядкові моделі жаток значно дешевші, ніж рядкові. Проте рядкові жатки можуть працювати зі значно більшою швидкістю (до 12 км/год), ніж безрядкові (6 км/год). Варто зазначити, що втрати насіння в рядкових жаток будуть значно меншими — 0,3 %, тоді як у безрядкових — до 5 %.

Жатки (пристрої) для збирання соняшнику можна класифікувати за використаними технологічними схемами:

- жатка без мотовила, оснащена ліфтерами, транспортерами соняшникових стебел, кошиків і насіння;
- жатка, оснащена ліфтерами, транспортерами стебел і вібростолом;
- жатка, оснащена трубним мотовилом із захватами;
- жатка з лопатевим мотовилом;
- жатка з прямою пластиною та відривним вальцем.

**Жатка без мотовила з ліфтерами.** Розглянемо будову та принцип роботи жатки (пристрою) ПЗСС-8 (ПЗС-8) для збирання соняшнику (рис. 2.76).

У передній частині жатка оснащена мисами 1 (ліфтерами), які виконують функцію стеблопідіймачів та утворюють вісім каналів із ланцюговими транспортерами 2. Канали для кращого вловлювання насіння виконано з невеликим сходженням до центра жатки й перекрито зверху відливами.

Під час руху комбайна стебла проходять у просвітах між мисами 1, їх захоплюють транспортери 2 та спрямовують до різального апарату 3.

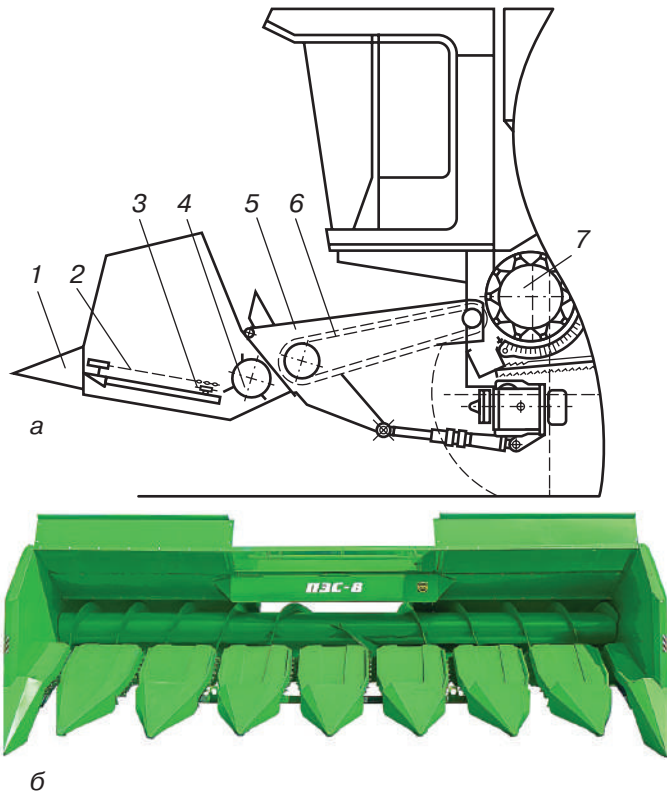


Рис. 2.76. Схема (а) та загальний вигляд (б) пристрою для збирання соняшнику ПЗС-8 комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

- 1 — мис; 2 — ланцюговий транспортер;
- 3 — різальний апарат;
- 4 — шнек; 5 — похила камера; 6 — плаваючий транспортер; 7 — молотильний барабан

Різальний апарат зрізає кошики, які потрапляють у шнек 4 і далі плаваючим транспортером 6 похилої камери 5 спрямовуються до молотильного барабана 7. Частота його обертання становить 200–300 об/хв, а зазор між бичами та підбарабанням на вході — 25–30 мм, на виході — 18–23 мм.

За допомогою змінних зірочок у приводі жатки швидкість ланцюгових транспортерів встановлюють трохи меншою від поступальної швидкості комбайна. У зв'язку із цим стебла відхиляються вперед і протягуються вниз, так що дискові ножі зрізають самі лише кошики з насінням. За рахунок нахилу кромки відливів над стрічковими транспортерами насіння, яке передчасно висипається, не втрачається, а подається разом зі зрізаними кошиками до шнека жатки й далі похилим транспортером — у молотарку.

Жатка з похилою камерою піднімається вгору настільки, щоб не допускати пропусків кошиків із насінням. У цьому положенні її утримують гідроциліндри при візуальному контролі висоти зрізання комбайнером.

Для зниження втрат унаслідок відкидання кошиків робочими елементами за межі жатки пристрої обладнують бічними та задніми щитами (рис. 2.77).

Перевагами такої технологічної схеми є висока якість збирального процесу, що характеризується мінімальними втратами насіння, та незначні втрати кошиків завдяки запобіганню ударної дії робочих органів на стеблостій.

Однак збирання таким пристроєм обмежується певною технологічною швидкістю комбайна — 5–9 км/год залежно від урожайності культури. При збільшенні швидкості більше рекомендованої відбувається забивання простору між стрічкою транспортера та бічною частиною корпусу ліфтера, що призводить до вимушеної зупинки збирального агрегату.

Для збирання соняшнику використовують жатки (пристрої), оснащені ліфтерами, транспортерами стебел і насіння: ПСП-1,5М; ПСП-10М («Falkon»), ПСП-10МГ; ПОП-810; ПЗС-8-03 (компанія «Астра», Херсонський машинобудівний завод, Україна); «Quasar-4»; «Quasar-5»; «Quasar-6»; «Quasar-12» (складана) (компанія «Capello», Італія); G 02/G H2



Рис. 2.77. Жатка ПСП-10 без мотовила з ліфтерами



(складана) (компанія «Fantini», Італія); «Cressoni-6»; «Cressoni-8»; «Cressoni-10»; «Cressoni-12»; «Cressoni-16» (компанія «Cressoni», Італія).

**Жатки, оснащені ліфтерами, транспортерами стебел і вібростолом.** У такого пристрою зрізані кошики соняшнику надходять на вібростіл, після чого подаються у шнек жатки. Насіння осипається на поверхню вібростола, що дає змогу зменшити його втрати. Крім того, під час руху кошиків по вібростолах відбувається додаткове їхнє обмолочення (рис. 2.78).

Якісна робота вібростола залежить від точності налаштування, оскільки через відхилення кута вібростола від оптимального положення втрати насіння зростають. Також цей пристрій вирізняється невисокою технологічною швидкістю — 5–9 км/год.

До пристроїв такого виду належать: НАШ-873; НАШ-873М («Унісібмаш», компанія «Optiger»); «Oros-UN-6»; «Oros-UN-8»; «Oros-UN-12»; «Oros-UN-6+2×3» (складана) (російсько-угорське підприємство), жатки «Geringhoff» (Німеччина).



Рис. 2.78. Жатка «Optiger» з ліфтерами, транспортерами стебел і вібростолом

**Жатка (пристрій) з трубним мотовилом і захватами.** Останнім часом з'явилося більш просте обладнання для збирання соняшнику, яке монтується на зернову жатку. Так, наприклад, комплект обладнання Бердянського заводу складається з боковин і пасивних плоских стеблорідмачів, закріплених на поперечній трубі подовжувача вітрового щита, та подавального трубчастого мотовила



Рис. 2.79. Пристрій для збирання соняшнику

(рис. 2.79). Останній є аналогом шнека жатки, тільки замість спіральних витків його циліндрична поверхня оснащена по всій довжині пальцями, розміщеними по гвинтовій лінії, і він розташований попереду шнека жатки, безпосередньо над різальним апаратом.

Під час роботи жатки стеблорідмачі входять у стеблостій, а трубний вал мотовила із захватами, що оберта-

ється по ходу руху комбайна, захоплює кошики соняшнику й підводить їх до різального апарата. Після зрізання стебел кошики подають у шнек жатки, який переміщує їх у похилу камеру комбайна й далі в молотильно-сепарувальний пристрій.

Перевагами жаток, оснащених мотовилами із захватами, є можливість збільшення технологічної швидкості до 12–15 км/год, простота конструкції та низька маса — від 480 до 680 кг — залежно від ширини захвату, можливість регулювання величини розміщення захватів відповідно до ширини міжряддя посівів.

До недоліків можна зарахувати значні втрати насіння, оскільки частина кошиків ударяється об поверхню трубного валу, що супроводжується частковим вимолочуванням і відкиданням насіння за межі пристрою. Крім того, частина стебел з кошиками потрапляє в простір між лапкою мотовила та хомутом, що призводить до обсипання насіння.

До таких пристроїв належать також адаптери СТАРТА ліфтера; УПЗ-6; ПС-5; ПС-6; ПС-7.

**Жатка з лопатевим мотовилом.** Соняшник збирають також переобладнаними жатками з лопатевим мотовилом, призначеними для прямого комбайнування зернових культур.

Переобладнання жатки полягає в демонтажі деяких лопатей мотовила так, щоб їх залишилося не більше трьох, а також у демонтажі граблин або закритті їх гумовими стрічками чи дерев'яними накладками.

Технологічний процес збирання соняшнику таким пристосуванням аналогічний прямому комбайнуванню зернових колосових. Мотовило виставляють на певну висоту, яка залежить від висоти стеблостою, з розрахунком захоплення верхньої частини стебла (біля основи кошика). Жатка входить у стеблостій соняшнику стеблоріддямачами. У той же час два стеблоріддямачі входять до одного міжряддя, розділяючи ряди. Верхню частину стеблого соняшнику захоплюють планки мотовила, стебло підводиться до різального апарата, де зрізається верхня частина стебла з кошиком. Потім зрізана маса планками мотовила передається в шнек жатки для наступного переміщення в похилу камеру комбайна.

Унаслідок ударної дії планок мотовила по кошиках соняшнику відбувається їх часткове обмолочення. Частина обмолоченого насіння обсипається в стеблоріддямачі або на дно жатки. Крім того, товщина соняшникового стебла з висотою поступово зменшується й біля основи кошика досягає свого мінімуму. Тому під ударним впливом планок мотовила можливий відрив кошиків від основи стебла з наступним відкиданням їх за бічні фартухи жатки.

Навіть за умови переобладнання жатки для збирання соняшнику та застосування спеціалізованого адаптера, оснащеного лопатевим мотовилом, втрати насіння можуть становити від 7 до 12,5 % біологічної врожайності культури. Також треба зазначити, що при високому стеблі

в процесі роботи жатки можливе намотування стебел соняшнику на робочі елементи.

**Жатка з напрямною пластиною та відривним вальцем.** Фірма «Claas» пішла далі в спрощенні змінного обладнання для збирання соняшнику. Переобладнання полягає в закріпленні на пальцевому брусі різального апарату пасивних плоских ліфтерів (рис. 2.80), що утворюють струмки для проходу стебел, та подовженні бічних подільників.



Рис. 2.80. Жатка «Claas Sunspeed 12-70»

Аналогічний (максимально спрощений) комплект обладнання для своїх комбайнів розробила фінська компанія «Sampo Rosenlew».

Під час роботи стебла соняшнику захоплюють ліфтери (рис. 2.81). Потім регульована напрямна пластина 1 відтискає кошик соняшника вперед. Одночасно протягувальний валик 4 під різальним апаратом 3 притискає стебла вниз. У такий спосіб напрямна пластина й валик запобігають передчасному зрізанню стебел. Зрізання кошика відбувається в той момент, коли стебло максимально витягнуте. Зубчасте мотовило захоплює зрізаний кошик і передає в шнек жатки, який переміщує його в похилу камеру комбайна. Зазор між стеблорідіймачами регулюється за допомогою рейок залежно від товщини стебла. Такий принцип роботи забезпечує зниження витрати пального, підвищення продуктивності обмолочення й очищення та зменшення зношування всіх вузлів.

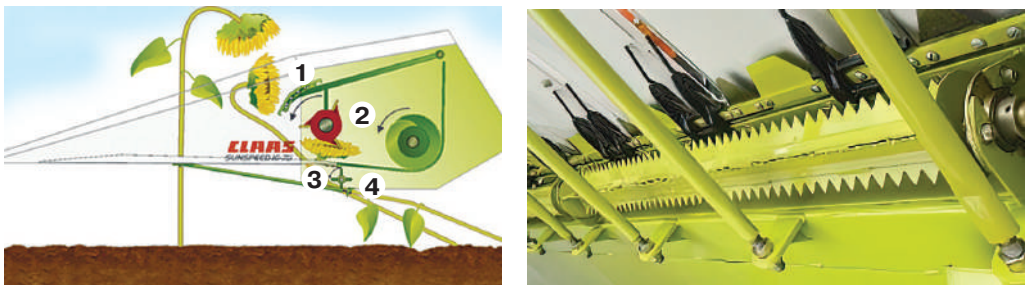


Рис. 2.81. Схема роботи пристрою «Claas» для збирання соняшнику та її протягувальний валик:

- 1 — регульована напрямна пластина; 2 — мотовило; 3 — різальний апарат;  
4 — протягувальний валик

### 2.11. Візок жатки

Візок жатки (рис. 2.82) призначений для транспортування її на значні відстані за допомогою комбайна. Візки можуть бути одноосними з неповоротними колесами та двоосними з передніми поворотними колесами (рис. 2.82, а) та з усіма поворотними колесами (рис. 2.82, б).

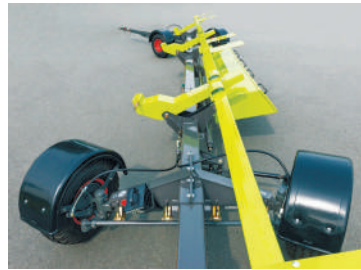
Перед установленням жатки на візок її механізм зрівноважування блокують, мотовило опускають і зміщують до проставки, а потім його фіксують штирями до тримачів, башмаки встановлюють на мінімальну висоту зрізання. Жатку закріплюють на візку гайками. Швидкість її транспортування — до 20 км/год, на крутих поворотах — до 5 км/год.

Інноваційна система автоматичного стикування жатки «AutoDock» від AGCO дає змогу операторам швидко та безпечно, з кабіни, приєднувати жатку до комбайна «Ideal». Натиснувши кнопку на терміналі в кабіні, оператори можуть виконати електричне та гідравлічне з'єднання впродовж п'яти секунд.

Автоматичне стикування жатки працює за допомогою спеціального коду, який можна прикріпити до всіх жаток як опцію. Цей код дає змогу комбайну автоматично розпізнавати жатку й автоматично встановлювати останні її налаштування.



а



б

Рис. 2.82. Візок жатки для транспортування її на значні відстані за допомогою комбайна: а — двоосний із передніми поворотними колесами; б — з усіма поворотними колесами

### 2.12. Платформа-підбирач

Платформи-підбирачі використовують при роздільному (двофазному) комбайнуванні. Вони підбирають валки зрізаної хлібної маси й спрямовують її до шнека жатки комбайна або спеціальної платформи.

Платформа-підбирач складається з платформи 5 (рис. 2.83, с. 92), проставки 7, підбирача 1, розвантажувального пристрою та приводу.

Проставка 7 за конструкцією та призначенням подібна до проставки жатки. Відмінність у тому, що вона жорстко прикріплена до платформи.

Платформа підбирача шарнірно приєднана до жатки й під час роботи спирається на колеса 2, а розвантажувальний пристрій 4 знижує їх тиск на поверхню поля. Транспортер виготовлено з прогумованого полотна,



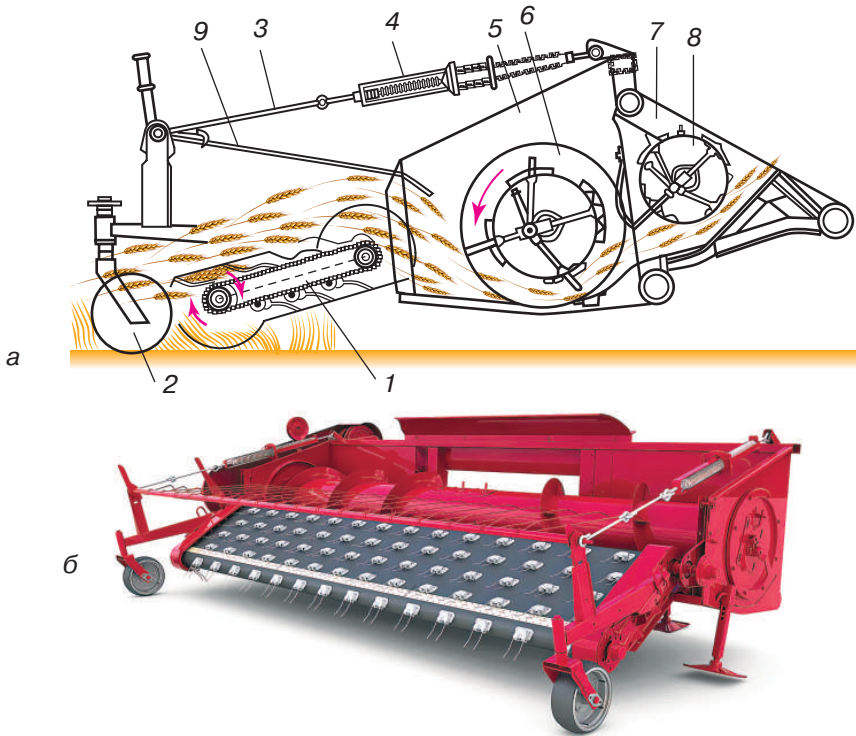


Рис. 2.83. Схема (а) і загальний вигляд (б) платформи-підбирача комбайна:

1 — підбирач; 2 — колесо опорне; 3 — тяга; 4 — розвантажувальний пристрій; 5 — платформа; 6 — шнек; 7 — проставка; 8 — бітер проставки; 9 — нормалізатор

до якого прикріплено подвійні пружні пальці. Він монтується на роликках, установлених на рамі, та має привод від жатки. Натягнення ланцюгів транспортера регулюють натяжними болтами.

Розвантажувальний пристрій 4 має дві тяги 3 із пружинами розтягування, що з'єднують цапфи опорних коліс із балкою вітрового щита платформи. Величину навантаження коліс регулюють гайками за допомогою зміни попереднього натягнення пружин усередині їхніх обойм. Кожна з них має фіксатор, який замикає обойму в транспортному положенні, що усуває розгойдування підбирача під час переїзду комбайна. Транспортування з розімкнутою обоймою, а також підбір валків із замкнутою обоймою призводять до поломки комбайна.

З'єднання розвантажувального пристрою з кривошипами нормалізатора 9 дає змогу фіксувати його у відкритому положенні й підтискати пальцями нормалізатора хлібну масу до транспортної стрічки. Привід підбирача здійснюється контрпривідним валом, який отримує обертання від карданної передачі.

При підбиранні валків комбайн спрямовують так, щоб валок знаходився між опорними колесами 2 посередині ширини підбирача. Пальці



підбирача 1 піднімають валок, прочісуючи стерню, і вкладають його на стрічку транспортера. Нормалізатор притискує хлібну масу до верхньої частини стрічки транспортера, спрямовуючи потік маси до шнека платформи. Пальці стрічки в момент різкого повороту при огинанні нею привідного вала звільняються від основної маси і при взаємодії з кромкою активного стеблоснімача повністю очищаються від стебел, що залишилися на них. Далі хлібна маса шнеком переміщується до бітера 8 проставки, а потім транспортером похилої камери подається в молотарку.

Якість технологічного процесу і безвідмовна робота платформи-підбирача забезпечують правильне регулювання його робочих органів і своєчасне змащування рухомих з'єднань.

Залежно від умов роботи в підбирачі регулюють висоту підбирання (переміщенням коліс), тиск коліс на поверхню поля (механізмом зрівноважування), частоту обертання ведучого вала транспортера (змінюючи зірочки і варіатором мотовила) (рис. 2.84).

Зазор між кінцями пальців стрічки транспортера й поверхнею поля має бути в межах 20–30 мм. Його регулюють переміщенням копіювальних коліс 13 по висоті, установленням дистанційних втулок.

За нормальних умов роботи відстань між кінцями пальців нормалізатора 1 підбирача й пальцями його стрічки встановлюють у межах 125–330 мм поворотом упорів по сектору труби нормалізатора.

Ланцюги стрічки натягують переміщенням веденого ролика так, щоб зазор між ланцюгами й роликками на поперечині каркаса 12 становив 5–10 мм. Частоту обертання привідного вала стрічки транспортера 148–475 об/хв установлюють гідрофікованим клинопасовим варіатором.

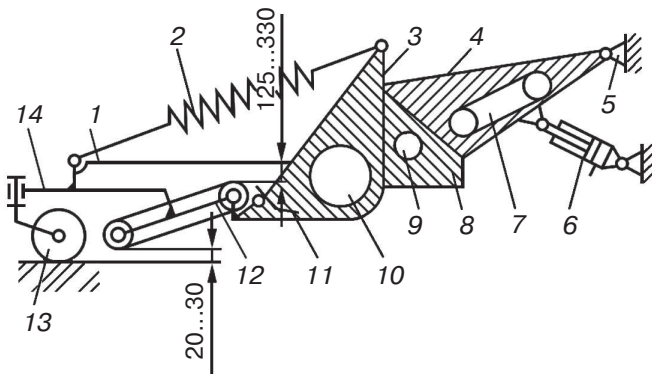


Рис. 2.84. Схема платформи-підбирача комбайна КЗС-9-1 «Славутич» та її регулювання:

- 1 — нормалізатор; 2 — пружина розвантажувального пристрою (зрівноважувального механізму); 3 — корпус; 4 — корпус похилої камери жатної частини комбайна; 5 — корпус молотарки; 6 — гідроциліндр; 7 — плаваючий транспортер; 8 — корпус проставки; 9 — бітер проставки; 10 — шнек; 11 — стеблоснімач; 12 — каркас підбирача; 13 — копіювальне колесо; 14 — кронштейн

Під час монтажних робіт платформа-підбирач спирається на чотири гвинтові домкрати.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть основні частини жатки комбайна КЗС-9-1 «Славутич» та визначте їхнє призначення. Поясніть необхідність копіювання жаткою поверхні поля та проаналізуйте недоліки механічних пристроїв копіювання.
2. Яка необхідність у застосуванні електронно-гідравлічних систем копіювання нерівності поверхні поля? Проаналізуйте призначення їхніх складових та поясніть, як вони працюють.
3. Для чого використовують мотовило? До яких наслідків призведе неправильне його встановлення по висоті, висока чи недостатня частота обертання?
4. Поясніть, як працює різальний апарат. Самостійно знайдіть і проаналізуйте інформацію про переваги й особливості будови різальних апаратів системи Шумахер.
5. Порівняйте будову кривошипно-шатунних приводів ножа з коромислом і з водилом. Проаналізуйте переваги привода планетарного типу й поясніть, як він працює.
6. Обґрунтуйте призначення шнека та необхідність його регулювання. Проаналізуйте, від яких налаштувань залежить якісна робота пальцевого механізму шнека.
7. Проаналізуйте переваги та недоліки жаток із додатковими стрічковими транспортерами. Самостійно знайдіть інформацію про використання таких жаток.
8. Обґрунтуйте призначення й поясніть будову похилої камери. Які особливості її регулювання? У яких випадках вмикаються механізми її реверса та як вони працюють?
9. Від чого залежить кількість рядків, збираних кукурудзяною жаткою. Яку з кукурудзяних жаток ви оберете для свого господарства?
10. Проаналізуйте особливості будови та роботи качановідривного механізму з різним профілем робочої поверхні вальців. Як потрібно його відрегулювати, якщо качани тонкі?
11. Порівняйте різні типи пристроїв для подрібнення стебел кукурудзи. Обґрунтуйте вибір типу пристрою, який би ви рекомендували використати.
12. Порівняйте пристрої для збирання соняшнику: без мотовила з ліфтерами та з трубним мотовилом. Як вони працюють? Проаналізуйте їхні переваги та недоліки й обґрунтуйте вибір пристрою для свого господарства.
13. Поясніть призначення складових частин платформи-підбирача та як вони працюють. Чому в разі неправильного регулювання платформи-підбирача зростають втрати зерна?
14. Самостійно знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови жаток комбайнів різних виробників. Проаналізуйте їхні переваги та недоліки.
15. *Виконате тестове завдання.*  
Визначте, як по висоті встановлюють мотовило, щоб його планки взаємодіяли зі стеблами  
**А** вище центра ваги зрізаних рослин, але нижче за колоски  
**Б** нижче центра ваги зрізаних рослин  
**В** безпосередньо за колоски  
**Г** якомога нижче, ближче до площини зрізу

## Розділ 3

### МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

Спосіб обмолочування полягає в поєднанні ударної, виминальної та обчісувальної дії на скошену зернову культуру. Обмолочування здійснюють у молотильних апаратах при різних швидкісних режимах і зазорах, які залежать від виду культури, яку збирають, ступеня стиглості, її вологості та засміченості.

Конструкції сучасних комбайнів за технологічною схемою молотильно-сепарувальних пристроїв (МСП) можна розділити на три основні типи: класична, роторна та комбінована (гібридна). За конструкцією ударних елементів МСП бувають бильні та штифтові, а за кількістю обертових елементів (барабанів, роторів, дисків тощо), — одно-, дво- та багатобарабанні.

#### 3.1. Класична схема обмолочування та сепарації

У зернозбиральних комбайнах з класичною схемою обмолочування і сепарацію хлібної маси здійснює бильний барабан із підбарабанням і клавішним соломотрясом (рис. 3.1). Крім того, для підвищення пропускної здатності та якості обмолоту комбайни обладнують відбійним бітером («John Deere W», КЗС-9-1, «Ліда-1300» та ін.).

Загальну схему зернозбирального комбайна з класичною схемою МСП зображено на *рисунку 3.2* (с. 96).

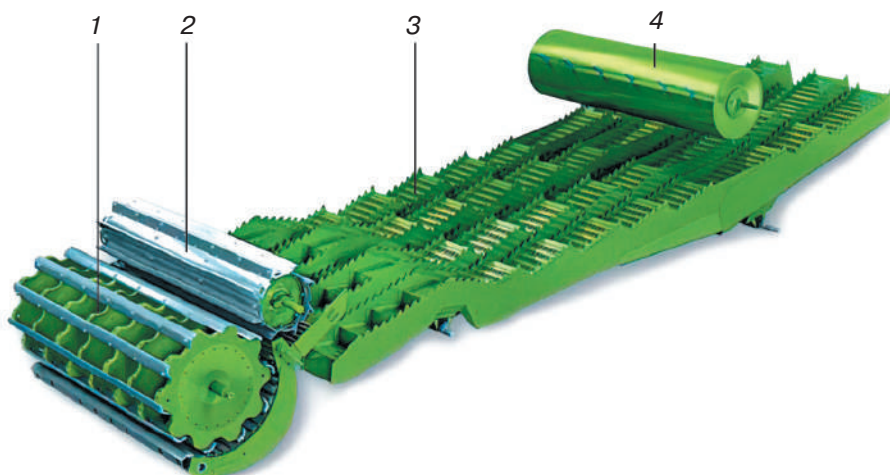


Рис. 3.1. Основні елементи класичної схеми обмолочування та сепарації комбайна «John Deere W»:

- 1 — барабан із підбарабанням; 2 — відбійний бітер; 3 — соломотряс;  
4 — пальцевий розпушувач

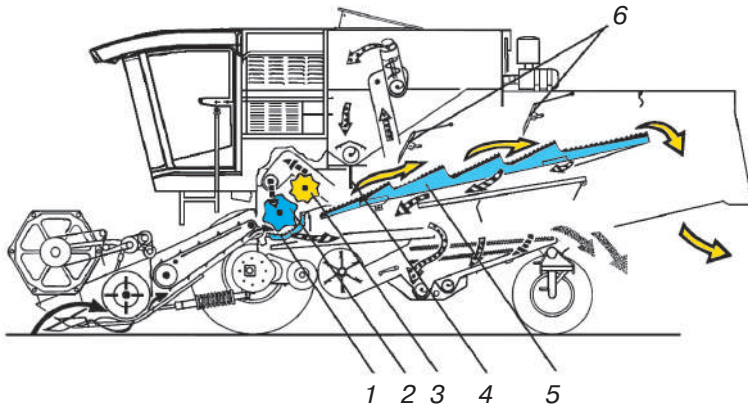


Рис. 3.2. Розміщення елементів класичної схеми обмолочування та сепарації на комбайні:

1 — підбарабання; 2 — молотильний барабан; 3 — відбійний бітер; 4 — соломозатримувальний фартух; 5 — соломотряс; 6 — пальцеві розпушувачі

Розглянемо технологічний процес видалення зерна з колосків хлібної маси в комбайні «Claas Dominator 108VX» (рис. 3.3). Зрізана жаткою хлібна маса за допомогою похилого транспортера рівномірно доставляється до молотильного барабана 2. Каменевловлювач, який знаходиться в нижній частині корпусу похилої камери, не пропускає каміння й інші сторонні предмети, запобігаючи пошкодженню внутрішніх вузлів комбайна.

Основна функція молотильного барабана 2 й підбарабання 1 полягає у вимолочуванні зерна з хлібної маси шляхом стиснення та протягування її між барабаном і підбарабанням. Вимолочене зерно просипається через решето підбарабання на стрясну дошку й далі надходить на очищення.

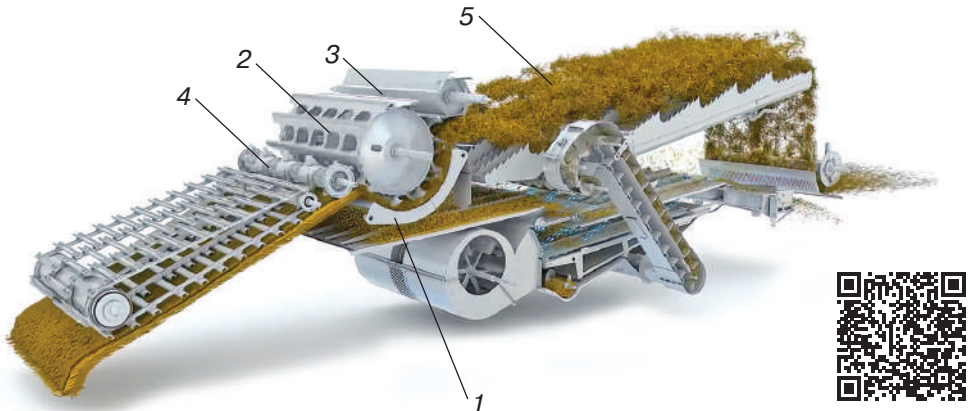


Рис. 3.3. Технологічний процес комбайна «Claas Dominator 108VX» класичної схеми обмолочення та сепарації:

1 — підбарабання; 2 — молотильний барабан; 3 — відбійний бітер; 4 — приймальний бітер; 5 — соломотряс

Частина зерна, що залишилася в соломі, відділяється за допомогою ступінчастого клавішного соломотряса 5, встановленого на передньому та задньому колінчастих валах. Під час роботи комбайна клавіші соломотряса здійснюють складний поступально-коливальний рух, що забезпечує подовжнє переміщення маси з її підкиданням. При цьому вимолочене із соломи зерно просипається вниз і разом із зерном, що просипалося через решето підбарабання, надходить на очищення.

Соломозатримувальний фартух запобігає викиду відбійним бітером соломистого вороху далеко на клавіші, щоб максимально використати площу сепарації. Обломки колосків, які не перейшли через нижнє решето очищення, подаються за допомогою колосового шнека й елеватора на додатковий молотильний барабан для повторного обмолочення.

Зерно, що пройшло через нижнє решето, транспортується за допомогою зернового шнека до зернового елеватора, який подає зерно в бункер.

Під час конструювання зернозбиральних комбайнів із класичною молотильно-сепарувальною схемою виробники розробляють нові моделі, у яких використано барабан більшого діаметра, що дає змогу збільшити площу сепарації та момент інерції барабана для кращої роботи при короткочасних забиваннях і перевантаженнях. Крім того, збільшують довжину клавіш соломотряса й число каскадів, що поліпшує сепарацію соломистого вороху. Також використовують пальцеві розпушувачі, щоб зробити ворох пухким і нещільним навіть при збільшеній швидкості його подачі.

### 3.2. Молотильний пристрій класичної схеми обмолочування

Однобарабанні молотарки класичної схеми, що виконують технологічний процес обмолочування й сепарації, як-от у комбайнів КЗС-9-1 «Славутич» та ін., мають подібні конструкції механізмів. Розглянемо їх детальніше.

Молотильно-сепарувальний пристрій комбайна складається з корпусу, приймальної камери, молотильного апарату, відбійного бітера, соломотряса, системи очищення, транспортувальних пристроїв, домолочувального пристрою, бункера та механізмів приводу робочих органів. Корпус молотарки рамний, з каркасами молотильного пристрою і соломотряса.

Приймальна камера молотарки обмежена двома щитами: переднім із відкидною кришкою та заднім. Простір між щитами й панелями молотарки створює камеру 11 (рис. 3.4, с. 98) для вловлювання сторонніх предметів (наприклад, каміння), які надходять із хлібною масою в молотарку та могли б її пошкодити. Процес уловлювання відбувається завдяки відбиванню в камеру великих предметів від бичів барабана 1, які швидко обертаються.



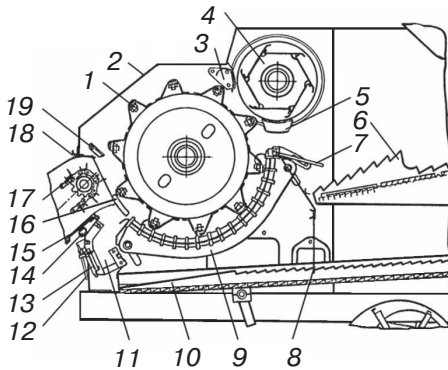


Рис. 3.4. Молотильний апарат і технологія обмолочування та сепарації:

- 1 — барабан; 2 — кришка; 3 — відсікач повітряного потоку;  
 4 — відбійний бітер; 5, 16, 19 — щитки; 6 — соломотряс; 7 — пальцева решітка;  
 8 — полотняний фартух; 9 — підбарабання; 10 — стрясна дошка;  
 11 — камера каменевловлювача; 12 — рукоятка; 13 — відкидна кришка;  
 14 — труба з роликками; 15 — перехідний щиток; 17 — плаваючий транспортер;  
 18 — прогумований ремінь

Приймальну камеру очищують від сторонніх предметів через відкидну передню кришку.

Молотильний апарат призначений для відділення зерна з колосків чи волоті, сепарації його з домішками на стрясну дошку очисника, а соломистого (грубого) вороху — до відбійного бітера.

Молотильний апарат включає молотильний барабан 1 (рис. 3.4), підбарабання (деку) 9 і механізм регулювання підбарабання.

**Барабан** виконано у вигляді ротора, розміщеного перпендикулярно до подовжньої осі молотарки.

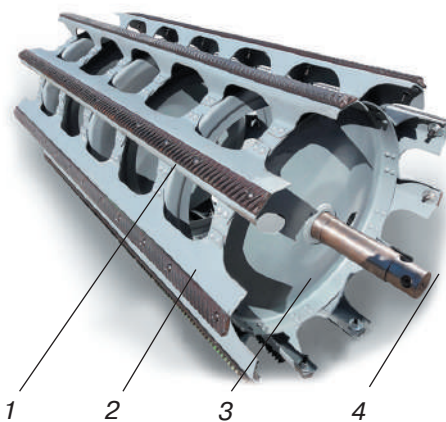


Рис. 3.5. Молотильний барабан:

- 1 — била; 2 — підбильники;  
 3 — диски; 4 — вал

Барабан монтується у корпус молотарки на двох самовстановлюваних шарикопідшипниках. Остов барабана (рис. 3.5) утворено з'єднанням заклепками дисків 3 і підбильників 2.

На підбильниках закріплено била 1, рифлі на яких виконано під кутом до осі барабана, а на суміжних билах їхній напрямок протилежний. Це сприяє підвищенню якості обмолочення та пропускної здатності молотильного апарата.

Привід барабана здійснюється через клинопасовий варіатор з гідравлічним керуванням для можливості безступеневої зміни

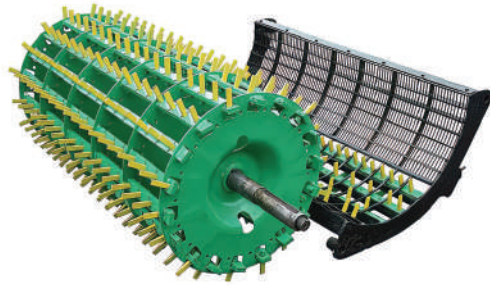


Рис. 3.6. Будова штифтового барабана та підбарабання

його частоти обертання. На приводі встановлено пристрій для автоматичного натягу паса.

**Підбарабання** — нерухома частина молотильного апарата. Воно односекційне, прутково-планчасте, зварної конструкції (рис. 3.6, 3.7), щодо барабана встановлюється із зазором, який від входу до виходу поступово зменшується.

Підбарабання часто виконують симетричним, що дає змогу використовувати його зі зношеними робочими кромками в поверненому положенні. Зварний каркас підбарабання утворений двома щокми, поперечними планками та ребрами. В отвори планок встановлено прутки, які утворюють решітку для сепарації зерна та дрібних фракцій обмолоченого вороху. Прутки в зібраному підбарабанні утримують вхідний і відбивний щитки.

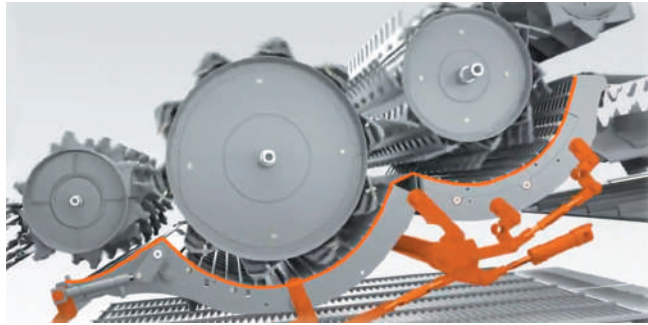
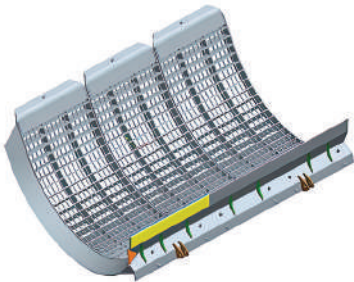


Рис. 3.7. Підбарабання та пристрої регулювання його положення стосовно молотильного барабана

На деяких моделях комбайнів залежно від виду обмолочуваної культури передбачається заміна молотильних барабанів і модульних підбарабань (рис. 3.8, с. 100).

Для пропорційної зміни зазорів між підбарабанням та бичами барабана, аварійного скидання підбарабання при раптових забиваннях молотильного апарата, а також запобігання поломкам у разі потрапляння твердих предметів слугує механізм підвіски та регулювання підбарабання.

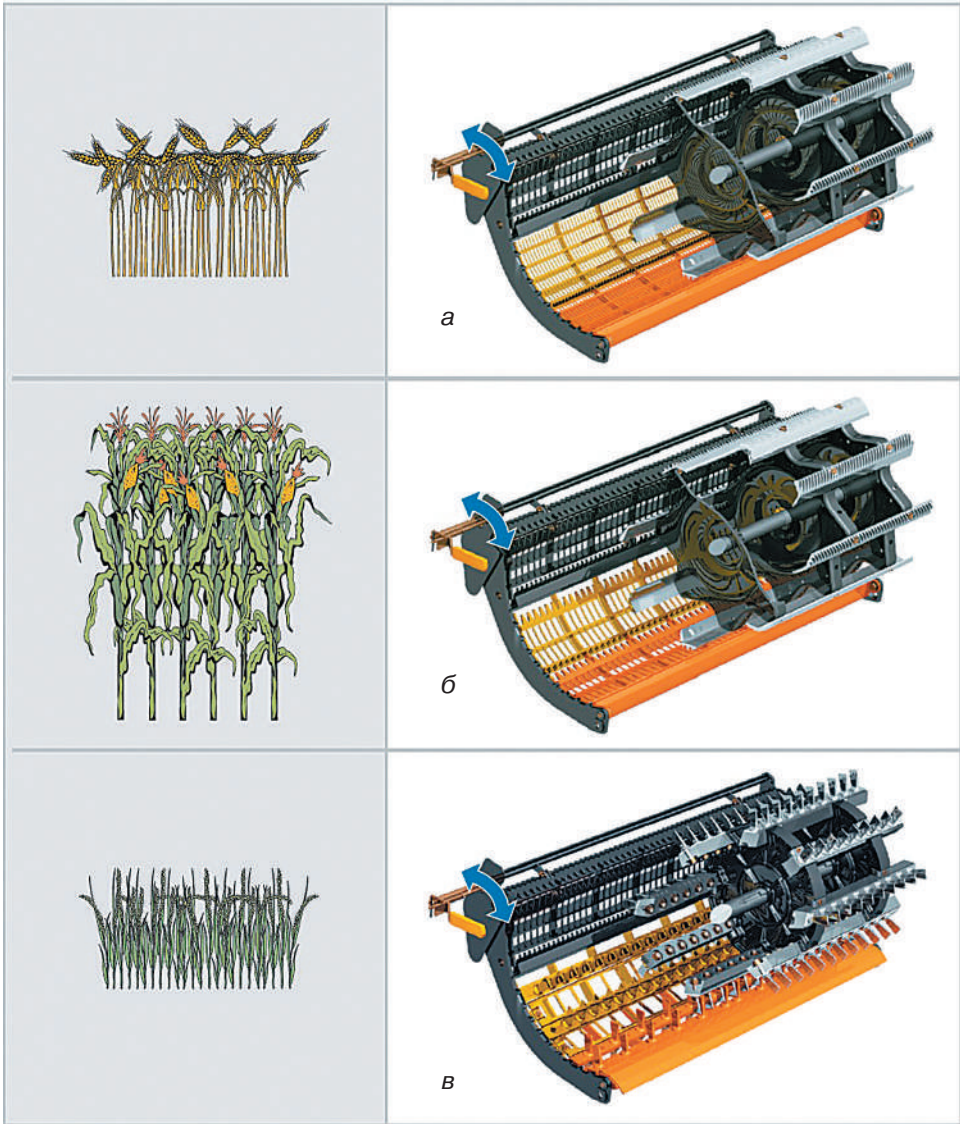


Рис. 3.8. Молотильні барабани й модульні підбарабання комбайна «New Holland» серії СХ6.90: а — для дрібного зерна; б — для кукурудзи; в — для рису

Підбарабання 4 підвішене в корпусі молотарки на двоплечих важелях 3 (рис. 3.9) торсійного вала 2 за допомогою регульованих підвісок 1. Виготовлений зі спеціальної сталі торсійний вал за допомогою важеля та ланцюга з'єднаний із механізмом підняття та скидання підбарабання.

Під час роботи молотильний барабан, захоплюючи порції хлібної маси, виконує обмолочення і сепарацію соломистого вороху з одночасним переміщенням його через зазор, що зменшується до виходу, утворе-

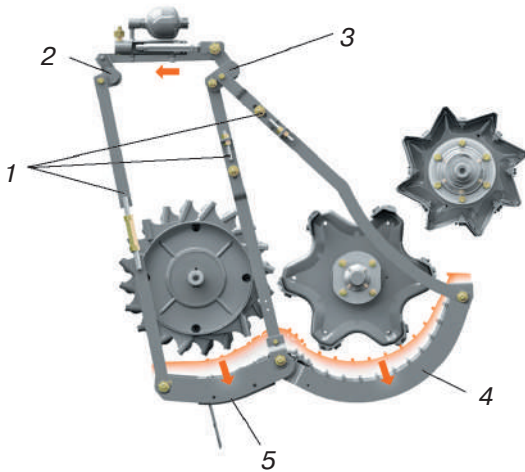


Рис. 3.9. Підвіски підбарабання:  
 1 — підвіски; 2 — торсіонний вал;  
 3 — двоплечі важелі; 4 — підбарабання молотильного барабана;  
 5 — підбарабання прискорювального барабана

ний бичами молотильного барабана та планками підбарабання. Після проходу рослинної маси через молотильний апарат усе зерно з колосків має бути виділене та здебільшого просепароване через підбарабання.

Зазори між барабаном і підбарабанням регулюють важелем із кабіни або, у більш досконалих моделях, за допомогою гідроциліндрів з електронним керуванням. У механізмі підвіски передбачено можливість швидкого збільшення зазору між барабаном і підбарабанням шляхом керування з кабіни. Це необхідно, щоб запобігти забиванню молотильного апарата при раптовому поданні значної кількості стеблової маси. У вихідне положення підбарабання повертають багаторазовим поворотом важеля з храповим механізмом, розташованим у кабіні комбайнера.

У зоні приймання стеблової маси перед молотильним барабаном встановлено стебловідведення, які перекривають щілини між барабаном і панелями молотарки та виключають намотування рослин на вал барабана. На виході встановлено відбійний бітер 4 (рис. 3.4, с. 98), який відбиває на робочі поверхні клавиш соломотряса 6 сходження соломистого вороху з підбарабання.

Для зміни напрямку повітряного потоку, створюваного обертовим барабаном, у зоні між барабаном і відбійним бітером на панелях молотарки закріплено відсікач 3 повітряного потоку, що має еластичну робочу кромку з прогумованого ремня. За відсутності відсікача повітряний потік, який виникає в похилій камері, створював би значну запиленість, що погіршує видимість робочих органів жнивної частини й роботу системи охолодження двигуна.

Зазори між бичами барабана та планками деки за потреби заміряють через лючки в панелях молотарки. Вибір оптимальних зазорів у молотильному апараті для роботи на певній культурі є основною умовою якісної роботи. У процесі експлуатації залежно від культури й вологості



збираної маси вони можуть змінюватися: на вході — від 14 до 60 мм, на виході — від 1 до 58 мм. При збиранні зернових культур нормальної стиглості, чистоти й вологості встановлюють зазори: на вході — 21 мм, на виході — 5 мм. Під час збирання легкообмолочуваних, сухих і перестоялих культур зазори можна збільшити, проте не допускаючи недо-молочування.

Під час збирання важкообмолочуваних і вологих культур зазори зменшують, перевіряючи наявність дроблення зерна. Якщо при цьому буде виявлено недомолочування і подрібнення зерна, перевіряють стан підбарабання та його положення. Зі зменшенням зазорів обмолочування поліпшується, проте збільшується дроблення зерна й подрібнення стебел, що погіршує роботу системи очищення.

Величину зазорів змінюють протягом дня. Уранці, коли стебла мають підвищену вологість, зазори зменшують. Удень, у міру висихання маси, зазори збільшують. У вечірній час і вночі їх знову зменшують.

При кожній зміні налаштування підбарабання ретельно перевіряють величину недомолоту в соломі, подрібнення зерна, що надходить у бункер, ступінь подрібнення соломи та втрати за молотаркою.

Частоту обертання барабана регулюють у тому разі, коли зміною зазорів не вдається досягти повного вимолочування зерна. Її встановлюють залежно від збираної культури та стану хлібної маси. За недостатньої частоти обертання з'являється недомолочення, за підвищеної — подрібнення зерна.

Частоту обертання барабана (512–954 об/хв) регулюють варіатором з автоматичною системою натягу паса. Ним керують із кабіни, використовуючи елементи електрогідрравліки. Частоту обертання контролюють на щитку приладів робочого місця.

Більшість зернових культур обмолочують за частоти обертання барабана 675–900 об/хв. Нижню межу рекомендовано для обмолочення сухих, легкообмолочуваних сортів зернових, верхню — для культур, які важко обмолочуються, а також вологих і засмічених хлібів.

В особливих умовах для обмолочення культур, які легко можуть пошкоджуватися, комбайни комплектують редуктором зниження частоти обертання барабана або спеціальним ланцюговим приводом зі змінними зірочками.

У молотильного апарата комбайнів серії 9000 WTS фірми «John Deere» передбачено заміну підбарабання. Пропонують три типи: два універсальні та один спеціальний, які відрізняються розміром сепарувальних отворів. Найбільш зручним у користуванні є універсальне підбарабання для обмолоту зернових, зернобобових і кукурудзи. У цьому разі при зміні обмолочуваної культури заміна підбарабання не потрібна.

**Відбійний бітер 4** (рис. 3.4, с. 98) призначений для відбивання обмолоченої маси, що виходить із молотильного апарата, розпушення її та спрямування на соломотряс. При цьому зерно, яке залишилося в масі,



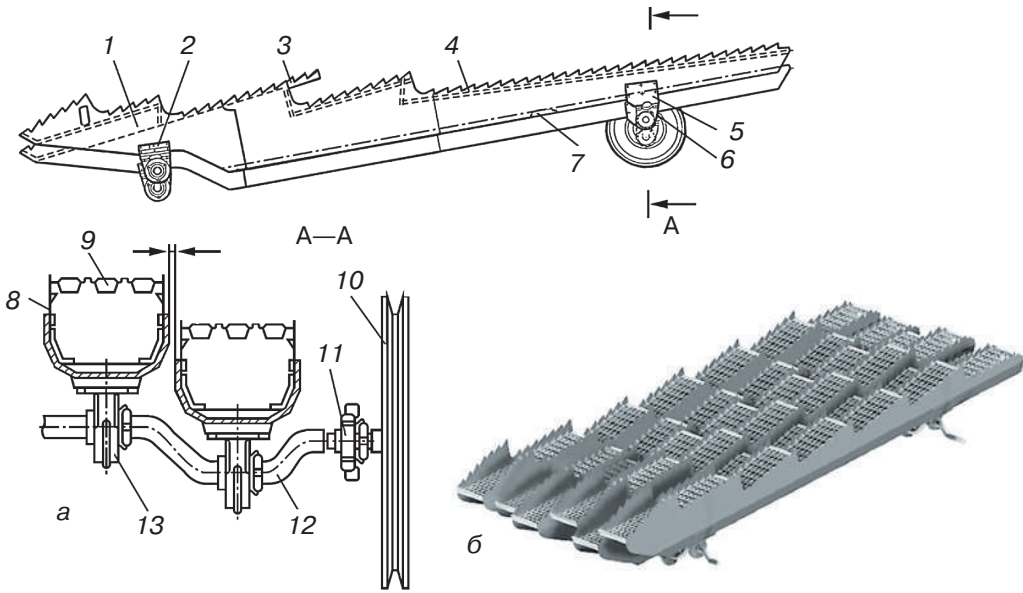


Рис. 3.10. Клавішний соломотряс (схема встановлення (а) та загальний вигляд (б)):

- 1 — клавіша; 2 і 5 — кронштейни; 3 і 4 — гребінки; 6 — прокладка; 7 — днище;  
 8 — корпус клавіші; 9 — жалюзійна поверхня клавіші; 10 — шків приводний;  
 11 і 13 — підшипники; 12 — колінчастий вал

відбиваючись від бітера, швидко надходить на початок клавішного соломотряса й проходить у нижню зону шару соломистого вороху, де інтенсивно просипається через його отвори.

Бітер обертається на двох самоустановлюваних підшипниках із фланцевими корпусами. Його лопатевий барабан і вал у зборі зі шківками та ведучим блоком варіатора виконують функцію головного контрприводу молотарки.

Привід відбійного бітера здійснюється клиновими пасами від колінчастого вала двигуна з лівого боку комбайна. Колова швидкість бітера на кінцях відігнутих лопаток — 17,5 м/с.

**Соломотряс** (рис. 3.10) складається з клавіш 1, закріплених на двох (передньому та задньому) колінчастих валах 12. Робоча поверхня клавіш жалюзійна 9, нерегульована. За першим каскадом клавіш підвішено фартух, який обмежує розкидання соломи бітером.

Під час роботи комбайна клавіші соломотряса здійснюють складний поступально-коливальний рух, що забезпечує подовжнє переміщення маси з її підкиданням. Отже, клавіші, що знаходяться поряд, рухаються в протифазі (одна вгору, інша вниз). При цьому відбувається витрушування зерна з розпушеного шару соломи зустрічними ударами, які робочі поверхні клавіш завдають вороху, що падає на них. Для підвищення сепарувального ефекту клавіші соломотряса виконано з багатьма каскадами й забезпечено подовжніми зубчастими гребінками 3, 4.

Зазори між суміжними клавішами мають бути 2 мм, а між клавішами та панелями — 4 мм. Зазори регулюють переміщенням корпусів підшипників по шийках колінчастих валів, попередньо послабивши затяжку гайок конусних втулок. Перекоси клавіш усувають прокладками, установлюючи їх між корпусом підшипника й кронштейном клавіші з правого чи з лівого боку.

У корпусах 11, 13 підшипників клавіш на веденому валу встановлено гумові амортизатори, які компенсують переміщення, що виникають через пружну деформацію та неточності в розмірах валів і відстані між опорами на клавіші.

Привід соломотряса здійснюється від заднього контрпривідного вала за допомогою клинопасової передачі.

Перспективна технологія виробника «New Holland» передбачає використання соломотрясів із функцією зміни швидкості, що підвищує продуктивність на 10 %. Для збирання пшениці, кукурудзи, ріпаку або рису обирають потрібне налаштування й при цьому швидкість роботи соломотрясів автоматично регулюють залежно від обраної культури.

Крім того, під час руху вгору швидкість руху соломотрясів зменшується, щоб уникнути зернових втрат, а під час руху вниз — збільшується для запобігання забиванню. До того ж ця система безперервно обмінюється повідомленнями з іншими системами для точного регулювання швидкості в межах від 170 до 240 об/хв.

### 3.3. Система обмолочування з APS

У класичному молотильному апараті швидкість подання хлібної маси похилим транспортером та її швидкість в барабані відрізняються в кілька разів. Унаслідок цього завантаження молотарки здійснюється нерівномірно й продуктивність обмолочування знижується.

Для згладжування різниці швидкостей між похилим транспортером (бл. 3 м/с) і молотильним барабаном (бл. 30 м/с) використовують систему APS, яка забезпечує прискорення руху хлібної маси завдяки розташованому перед молотильним барабаном додатковому прискорювальному барабану. Він підвищує швидкість руху хлібної маси, унаслідок чого її подання стає більш рівномірним. При цьому зростають відцентрові сили, що діють на зерно, і поліпшується його сепарація через решітки підбарабання, площа якого збільшена майже вдвічі порівняно з однобарабанными молотильними апаратами. Під час збирання легкообмолочуваних культур попередня сепарація насіння відбувається вже на прискорювальному барабані. При цьому зменшується навантаження на молотильний барабан, продуктивність машини зростає, знижується відсоток подрібнення зерна.

Також, завдяки спіралеподібному розташуванню лопаток, такий барабан розподіляє масу більш рівномірно по всій ширині молотарки. Отже, потік маси оптимізується як у подовжньому, так і в поперечному напрямку.

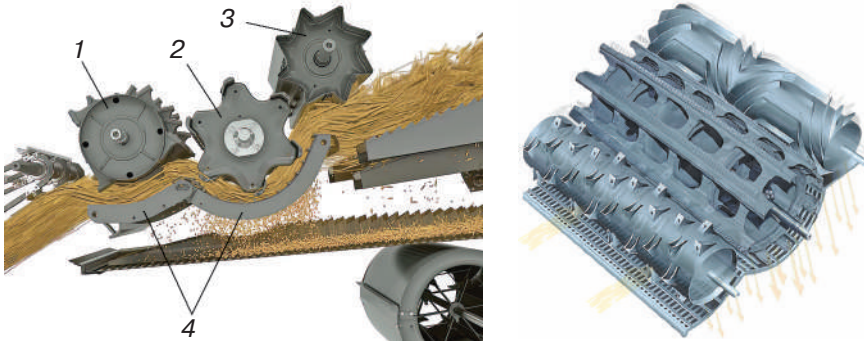


Рис. 3.11. Молотарка комбайнів «Lexion» фірми «Claas» з прискорювальним барабаном (система APS):

1 — прискорювальний барабан; 2 — молотильний барабан; 3 — відбійний бітер;  
4 — підбарабання прискорювального та молотильного барабанів

Застосування системи APS перевірено в різних умовах збирання зернових, зернобобових культур, ріпаку, кукурудзи, соняшнику. Універсальність зазначеної системи для обмолочування різних культур забезпечують завдяки універсальному підбарабанню. Воно складається з кількох секцій, які можна швидко замінити з боку похилої камери в разі зміни умов збирання або переобладнання комбайна для інших культур. Використання такої системи дає змогу поліпшити якість обмолочення до 98,4 % і зменшити загальні втрати до 1,34 %.

Так, у молотарках нової серії комбайнів «Lexion» фірми «Claas» використовують удосконалений молотильно-сепарувальний пристрій APS (рис. 3.11), який фірма вперше застосувала в комбайнах серії «Mega».

Такого типу молотильні апарати, але зі штифтовими барабанами (рис. 3.12) застосовують для збирання рису. Обидві обмолочувальні складові молотильного пристрою — барабан і підбарабання — оснащені

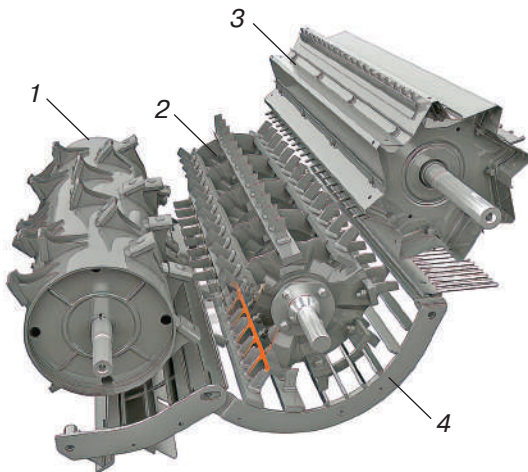


Рис. 3.12. Молотильно-сепарувальний пристрій для збирання рису обладнаний системою APS і штифтовим барабаном:

1 — прискорювальний барабан;  
2 — штифтовий молотильний барабан;  
3 — відбійний бітер;  
4 — підбарабання прискорювального та молотильного барабанів

штифтами, виконаними у формі клина. Між їхніми рядами встановлюють нерухому решітку.

У такій конструкції відбувається більш інтенсивна дія молотильних елементів на хлібну масу, ніж у бильних, тому її доцільно використовувати під час збирання рису. Недолік штифтового молотильного пристрою — значне подрібнення соломи.

Зерно рису дуже чутливе до перепадів вологи й температури. Щоб уберегти його від пошкоджень під час збирання, традиційний бильний молотильний барабан замінено на штифтовий молотильний. Його штифти, установлені на планках барабана зі зміщенням, проходять через стаціонарні штифти на підбарабанні й вилущують зерна з колосків завдяки тертю.

На відбійний бітер такої молотарки встановлюють додаткові зубчасті рейки, щоб за будь-яких умов направити важку рисову солому на соломотряс.

**Система MSS (Multi Separation System).** Як свідчить практика, основні втрати зерна в комбайнах із класичним МСП відбуваються в соломистому (грубому) вороху, особливо під час збирання високоврожайних, вологих і забур'янених зернових, саме тому для підвищення ефективності сепарації грубого вороху в комбайнах над клавішами соломотряса встановлено бітер з активними пальцями. Це система MSS, що сприяє розпушуванню вороху, поліпшуючи відділення зерна (рис. 3.13).

Кут нахилу пальців барабана MSS налаштовують шляхом переміщення регульовального важеля. В екстремальних умовах у разі важкого розпушування соломи можна використовувати понижувальний редуктор, який встановлюють додатково.

Комбайни класичної схеми обмолочування мають переважно пропускну здатність на рівні 5–10 кг/с. Подальше її зростання здійснюється за рахунок збільшення розмірів МСП, а отже, розмірів і маси комбайна, що призводить до суттєвого збільшення матеріалоемності машини і ущільнення ґрунту рушіями комбайна.

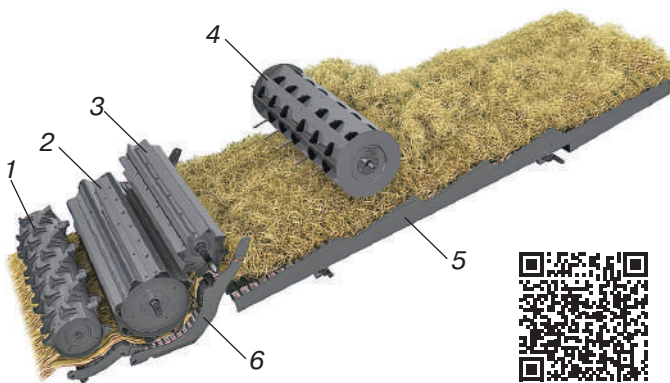


Рис. 3.13. Молотильно-сепарувальний пристрій комбайнів серії «Lexion» із системами APS і MSS:

- 1 — прискорювальний барабан системи APS;
- 2 — молотильний барабан;
- 3 — відбійний бітер;
- 4 — бітер з активними пальцями (барабан MSS);
- 5 — клавіші соломотряса;
- 6 — підбарабання

Однак, попри всі вдосконалення комбайна з класичною схемою обмолочування, під час його застосування все-таки трапляються підвищені втрати й пошкодження зерна (подрібнення та мікротріщини). Значним резервом у підвищенні продуктивності комбайнів із класичним МСП є впровадження багатобарабанної системи, завдяки чому пропускна здатність зернозбирального комбайна значно зростає.

### 3.4. Автоматичні системи регулювання

Залежно від завантаження двигуна система «Cruise Pilot» від «Claas» автоматично регулює оптимальну швидкість збирання. При цьому система враховує різні параметри машини: швидкість руху, кількість маси в похилій камері, завантаження двигуна та втрати зерна.

Доступні такі режими руху (з урахуванням завантаження двигуна): постійна швидкість — задають значення швидкості; постійна продуктивність — задають значення продуктивності; постійна продуктивність із втратами — задають продуктивність і рівень втрат. Пріоритет управління, наприклад, завантаження двигуна, втрати або пропускну здатність, відображають у SEBIS.

Щоб керувати потужністю комбайна «Lexion», можна налаштувати максимальну швидкість і швидкодію регулятора відповідно до п'яти ступенів. Швидко й просто управляти можна за допомогою кнопки швидкого доступу HOTKEY.

Отже, система «Cruise Pilot» працює на випередження і реагує до виникнення максимальних навантажень, а комбайн завжди працює на межі своїх можливостей, демонструючи високу продуктивність.

Цікавим рішенням на комбайні «Lexion» стала оригінальна система автоматичного контролю потоку маси. Вона регулює потік маси від жатки до подрібнювача соломи й постійно підтримує оптимальні частоти обертання двигуна, молотильного механізму APS і системи сепарації залишкового зерна «Roto Plus».

При перевищенні встановлених меж автоматично активується гальмо жатки, вимикаються живильний апарат і приставка, знижується до 1,5 км/год швидкість, а розвантаження із зернового бункера припиняється (якщо активне). У такий спосіб унеможливується надходження нового матеріалу в комбайн, що дає змогу уникнути або скоротити час простою внаслідок забивання чи пошкодження.

На сучасних комбайнах при пікових навантаженнях для уникнення забивання підбарабання автоматично опускаються, а потім повертаються у встановлене робоче положення.

### 3.5. Молотильний пристрій з додатковим ротаційним сепаратором

Удосконалення комбайнів із класичною схемою спрямоване на інтенсифікацію роботи МСП і здійснюється завдяки використанню додаткового ротаційного сепаратора (рис. 3.14, с. 108).



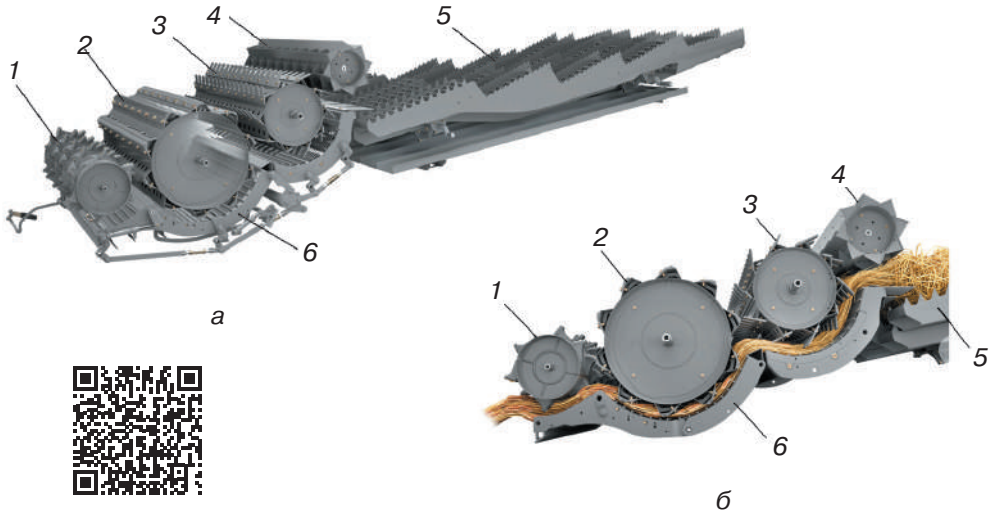


Рис. 3.14. Молотильно-сепарувальний пристрій із додатковим ротаційним сепаратором (а) і рух у ньому хлібної маси під час обмолочування (б):  
 1 — прискорювальний барабан; 2 — молотильний барабан; 3 — барабан ротаційного сепаратора; 4 — відбійний бітер; 5 — соломотряс; 6 — підбарабання прискорювального, молотильного барабанів і ротаційного сепаратора

Хлібну масу, яку обмолочують молотильним барабаном 2, подають до ротаційного сепаратора 3, де додатково відокремлюється частина зерна, що не відсепарувалася через підбарабання. А отже, на соломотряс 5 у соломі потрапляє менше зерна і його легше буде видалити. А отже, втрати зерна за таким комбайном завжди будуть меншими, ніж в однобарабанному комбайні.

МСП з ротаційним сепаратором використовують у комбайнах фірм «New Holland», «Massey Ferguson», «Claas», «John Deere» і в аналогічних за класом комбайнах інших фірм.

Так, комбайни серії CX фірми «New Holland», «John Deere» серії T мають барабан збільшеного діаметра (750 мм) і ротаційний сепаратор із двома бітерами, один з яких розташований між барабаном і сепаратором, а інший — за сепаратором. Барабан великого діаметра має підвищений момент інерції, і за рахунок цього забезпечується стабільна робота МСП при його короткотермінових перевантаженнях. Крім того, такий барабан менше подрібнює соломі, а отже, не перевантажує систему очищення.

Ротаційний сепаратор має власне підбарабання і збільшує зону примусового обмолочення та забезпечує додаткове розділення зерна, що підвищує ефективність роботи комбайна. Перш ніж потрапити на соломотряс, обмолочена маса надходить у зону дії бітера «Straw Flow», основні завдання якого — динамічне подання цієї маси на початок клавіш соломотряса та зміна траєкторії її руху (рис. 3.15).

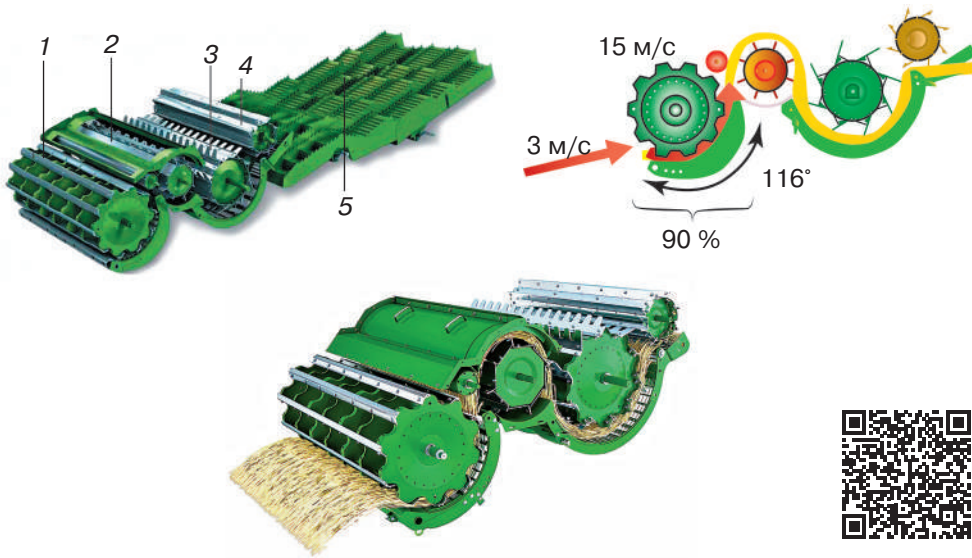


Рис. 3.15. Однобарабанний МСП із відцентровим сепаратором комбайна «John Deere» серія Т:

- 1 — молотильний барабан; 2, 4 — бітери; 3 — ротаційний сепаратор;  
5 — клавішний соломотряс

Для ефективної роботи комбайна в різних умовах збирання передбачено двопозиційне регулювання підбарання бітера. Під час збирання важкообмолочуваних зернових, а також за підвищеної вологості хлібної маси комбайнер зменшує зазор між бітером і підбаранням бітера, а за сприятливих умов — збільшує, уникаючи тим самим зайвого перебивання соломи й додаткового завантаження решет очищення дрібною соломою.

На комбайнах «New Holland CX 6.90», обладнаних відцентровим сепаратором, є також система «Opti-Thresh» (рис. 3.16), яка дає змогу регулювати положення заднього сегмента підбарання для зміни зазору щодо молотильного барабана залежно від стиглості зерна та врожайності культури, яку збирають. Збільшення зазору між задньою частиною підбарання та барабаном зменшує агресивність механічного оброблення, а отже, поліпшується якість соломи на виході з комбайна.

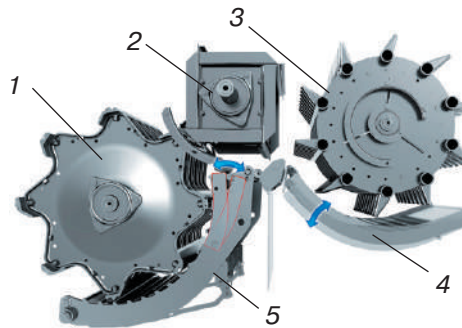


Рис. 3.16. Однобарабанний МСП із відцентровим сепаратором комбайна «New Holland CX» та системою «Opti-Thresh»:

- 1 — молотильний барабан; 2 — бітер;  
3 — барабан ротаційного сепаратора;  
4 — підбарання сепаратора; 5 — підбарання молотильного барабана

### 3.6. Однороторні молотильно-сепарувальні пристрої

Обмежувальним чинником конструкції клавішних комбайнів є пропускна здатність їхньої молотарки. Тому клавішні комбайни доцільно застосовувати на збиранні зернових з урожайністю до 5 т/га. Утім, це аж ніяк не означає, що клавішні комбайни неконкурентоспроможні, оскільки виробники постійно вдосконалюють їхні системи обмолоту й сепарації зерна.

У роторних комбайнах обмолочування та сепарація зернових здійснюються в єдиному робочому органі — роторі, який замінює барабан і соломотряс. Це дає можливість, порівняно з класичним комбайном, майже вдвічі збільшити продуктивність, зменшити подрібнення та мікропошкодження зерна, а отже, підвищити його посівні властивості.

Більш м'яка робота роторних МСП пояснюється тим, що зерно видаляється з колосків завдяки виминанню, а не ударам бил, як у традиційних молотильних апаратах, що мінімізує його пошкодження та зберігає товарні характеристики. Завдяки високій інтенсивності сепарації в роторі цю умову дотримують навіть за високої врожайності культур і значної вологості зерна. Утім, за наявності великої кількості соломи це може призводити до відчутної перевитрати пального.

Роторні комбайни добре зарекомендували себе на збиранні пшениці, кукурудзи, соняшнику та сої. Їхні недоліки — дещо більша (на 10–20 %) витрата пального на намолочену тонну й вища ціна зернозбиральної машини.

Схему МСП зернозбирального комбайна роторного типу показано на прикладі комбайна «John Deere STS» (рис. 3.17).

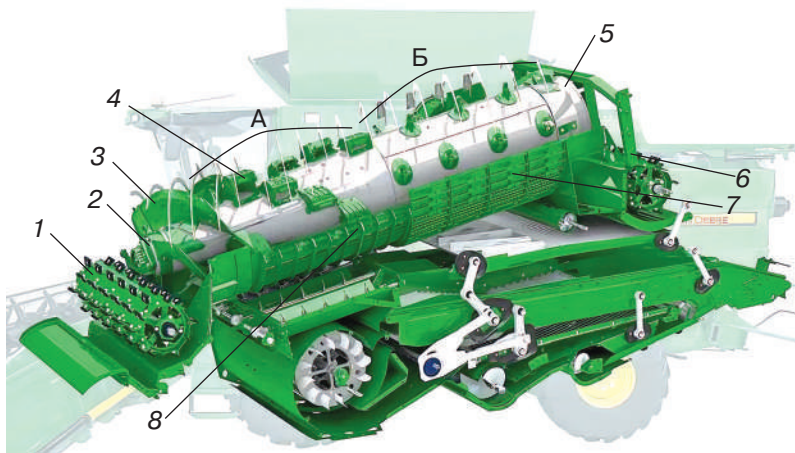


Рис. 3.17. Аксиально-роторний МСП «John Deere S», «John Deere STS»:

- А — зона обмолочення; Б — зона сепарації; 1 — прискорювальний барабан;  
 2 — ротор; 3 — лопаті; 4 — біла ротора; 5 — напрямні лопатки;  
 6 — розвантажувальний бітер; 7 — сепарувальна решітка; 8 — підбарабання

Під час транспортування хлібної маси ротор 2 виконує чотири функції: приймання, обмолочування, сепарацію та вивантаження. Лопаті 3 (рис. 3.17), розташовані в передній частині ротора 2, захоплюють хлібну масу і подають у зону обмолоту А. Обмолочування і первинна сепарація відбуваються завдяки взаємодії обертового ротора з билами 4 та нерухомого решітного підбарабання 8. Для цього на обмолочувальній поверхні ротора по гвинтовій лінії розміщено короткі біла 4, які активніше, ніж суцільні, діють на хлібну масу, розпущують солому й поліпшують сепарацію зерна.

Ротор (рис. 3.18) складається з трьох частин: лопатей 1 для захоплення хлібної маси, молотильного пристрою 2 з билами для обмолочення та сепарувальної частини 3 для відокремлення зерна від соломи.

Привід ротора здійснюється через двоступеневий редуктор і клинопасовий варіатор, що дає змогу швидко перенастроювати комбайни на збирання різних культур. На високому діапазоні оберти ротора регулюють у межах 380–1000 об/хв, а на низькому — у межах 210–550 об/хв.

Приблизно половину довжини циліндра, у якому розташовується ротор, займає трисекційне підбарабання 8, де й відбуваються процес обмолочування та сепарація зерна. Завдяки спіральній траєкторії руху хлібної маси забезпечується декілька проходів по підбарабанню, що поліпшує процес обмолочування й сепарації.

Зазор між ротором і підбарабанням регулюється за допомогою гідроциліндрів (рис. 3.19) автоматично.

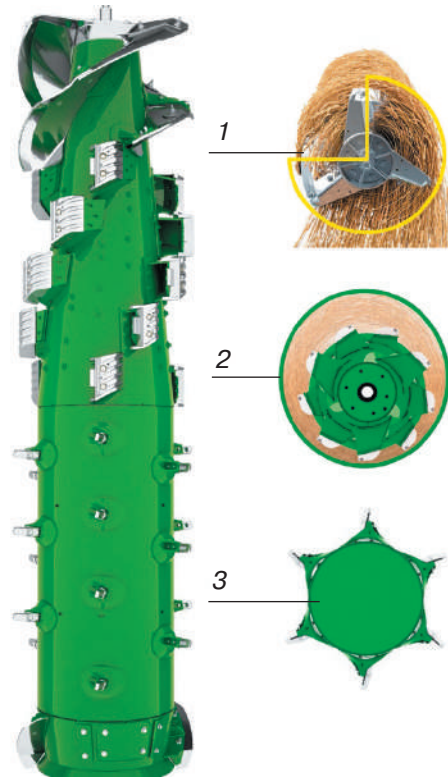


Рис. 3.18. Складові частини ротора МСП «John Deere S», «John Deere STS»:

1 — лопаті; 2 — молотильний пристрій; 3 — пристрій для сепарації



Рис. 3.19. Регулювання зазору між ротором і підбарабанням за допомогою гідроциліндрів:

1 — гідроциліндри;  
2 — підбарабання



Друга половина циліндра — це сепарувальна решітка 7 (рис. 3.17, с. 110), розмір отворів якої може бути змінений за допомогою спеціальних планок, які закріплюються ззовні. Зерно, солома й обломки колосків проходять через сепарувальну решітку, а солома залишається в роторній клітці. У середині циліндричної поверхні по гвинтовій лінії розміщені напрямні лопатки 5, які забезпечують подовжнє просування хлібної маси.

Аксіально-роторний МСП «John Deere S», «John Deere STS» оснащений напрямними лопатками (рис. 3.20) з електронним керуванням. Оператор може вибирати між двома різними швидкісними режимами потоку переміщення культур. У стандартному положенні хлібна маса здійснює сім повних обертів для кращої сепарації зерна.

Якщо оператор хоче поліпшити якість соломи або зменшити об'єм соломи під час збирання ламких культур, він може переключити систему на інший режим, за якого лопатки 1 будуть встановлені під більшим кутом, і солома виходить із комбайна всього через п'ять обертів.

Солому, яка пройшла через ротор, видаляють із комбайна розвантажувальним бітером 6 (рис. 3.17, с. 110) і вкладають у валки або подрібнюють і розкидають по полю за допомогою відцентрових розкидачів.

Обмолочене зерно через підбарабання надходить у шнековий транспортер, розташований безпосередньо під ним. Шнеки перемішують зерновий ворох і подають його на очищення.

Завдяки інтенсивності процесу сепарації в роторних робочих органах забезпечуються мінімальні втрати зерна навіть за високої врожайності культур, підвищеної вологості та забур'яненості. Перевагою роторних комбайнів є обмолочення з меншою, порівняно з класичними комбайнами, лінійною швидкістю бил, що зменшує дроблення та мікропошкодження зерен і дає змогу підвищити посівну якість зерна.

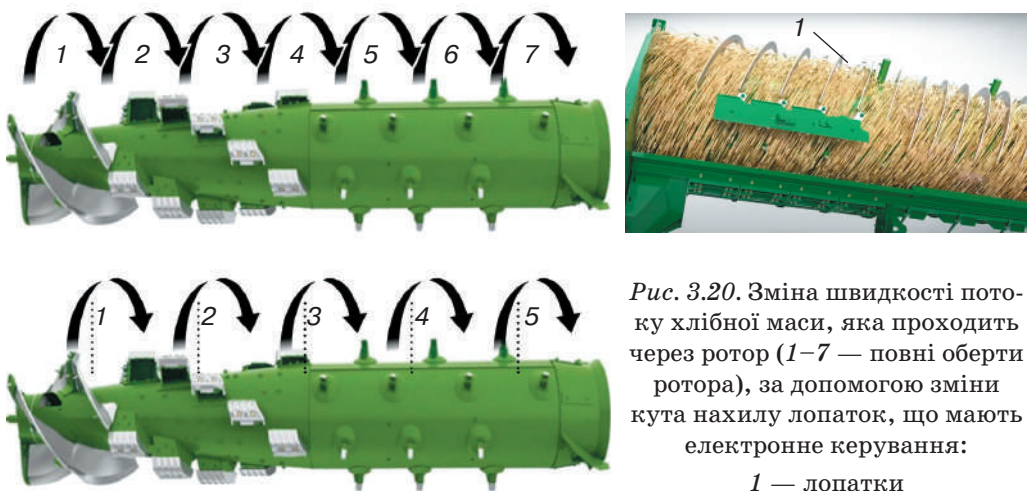


Рис. 3.20. Зміна швидкості потоку хлібної маси, яка проходить через ротор (1–7 — повні оберти ротора), за допомогою зміни кута нахилу лопаток, що мають електронне керування:

1 — лопатки



### 3.7. Роторний МСП з обертливим підбаранням

На роторних комбайнах зі стаціонарним підбаранням його площу використовують не повністю, що знижує можливі показники продуктивності. Крім неповного використання площі підбарання, під час збирання хлібної маси підвищеної вологості та рису відбувається забивання її у верхній частині (так звана мертва зона).

В основі нової моделі роторного зернозбирального комбайна 7 класу РСМ-181 «Торум» — принципово новий роторний МСП «Double Spin», що відрізняється від наявних схем роторних МСП безступінчастим приводом і підбаранням, що обертається в напрямку, протилежному до напрямку обертання ротора. Така схема практично виключає забивання молотарки в складних умовах збирання і значно підвищує продуктивність комбайна.

Обертове підбарання дає змогу використовувати 360° її поверхні, перешкоджає утворенню мертвих зон і забиванню ротора. Крім того, воно має три молотильні секції, завдяки чому маса обмолочується тричі за один оберт ротора. Завдяки такому принципу можна встановлювати збільшені молотильні зазори, а отже, не пошкоджувати зерно.

Молотарка такого комбайна складається з корпусу, у якому змонтовано ротор 6 (рис. 3.21) з установленими на краю лопатями 7, та обертлого підбарання. Перша половина підбарання — решітки молотильної частини 1, а друга — решітки сепарувальної частини 2. Крім того,

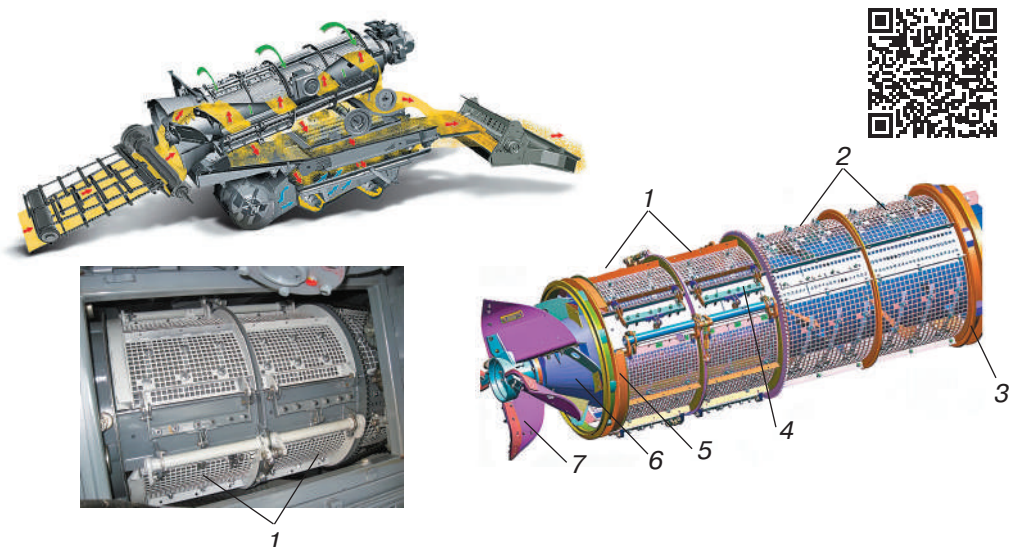


Рис. 3.21. Загальне розміщення на комбайні й елементи МСП роторного комбайна РСМ-181 «Торум»:

- 1 — решітки молотильної частини підбарання; 2 — решітки сепарувальної частини підбарання; 3, 5 — кільця опорні каркаса підбарання;  
4 — пальцеві ворущилки; 6 — ротор; 7 — лопаті

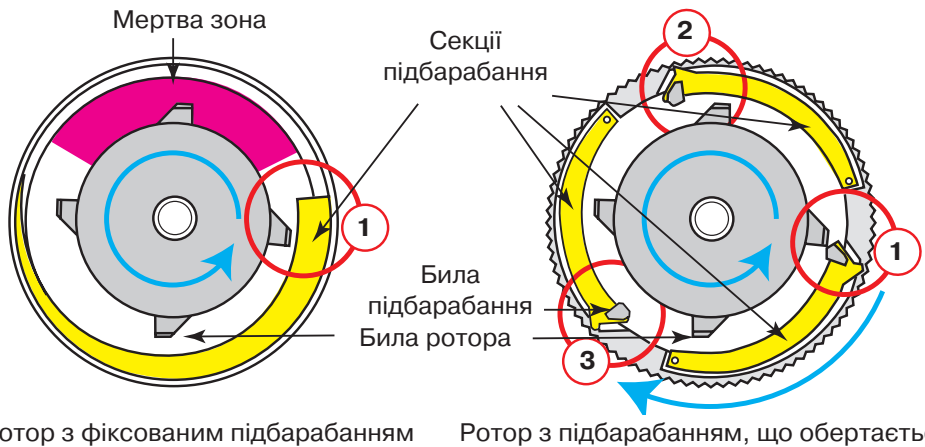


Рис. 3.22. Порівняння звичайної роторної схеми обмолоту з роторною, у якій обертається також підбарабання

є пристрої для транспортування зерна та механізми приводу робочих органів.

Підбарабання обертового типу має змінні секції (рис. 3.22). Його обертання дає змогу поліпшити якість бункерного зерна, забезпечити самоочищення підбарабання й поліпшити роботу в складних умовах збирання. Ротор має прямі бичі в молотильній частині й переривчасті витки в подавальній та сепарувальній частинах. У молотильній частині робочі елементи ротора є змінними, щоб забезпечити швидке переобладнання під час збирання рису. Незалежно від умов збирання зернових культур не потрібно додаткове регулювання підбарабання: починаючи з ячменю й закінчуючи пшеницею, молотильний зазор установлюють у межах 16–25 мм.

Для забезпечення безступінчастого регулювання, а так само для виключення з трансмісії пасової передачі використовують гідромеханічний безступінчастий привід ротора з керуванням із кабіни.

### 3.8. Двороторна схема обмолочування та сепарації

Фірма «New Holland» серійно випускає роторні комбайни, відомі як серія TR, де використовуються два ротори.

Постійно вдосконалюючи систему обмолочування й сепарації, фірма розпочала серійне виробництво двох моделей нової серії CR. Їхній технологічний процес обмолочування передбачає використання двох роторів невеликого діаметра з підвищеною коловою швидкістю, що забезпечує виділення зерна не тільки за рахунок перетирання, а й під дією відцентрових сил. Конструкція подвійних роторів дає змогу максимально використовувати ширину молотарки й рівномірно розподіляти зерно на стрясну дошку.

Скошену хлібну масу подають похилим транспортером під лопаті 1 (рис. 3.23) роторів, які в синхронізованому режимі почергово заванта-

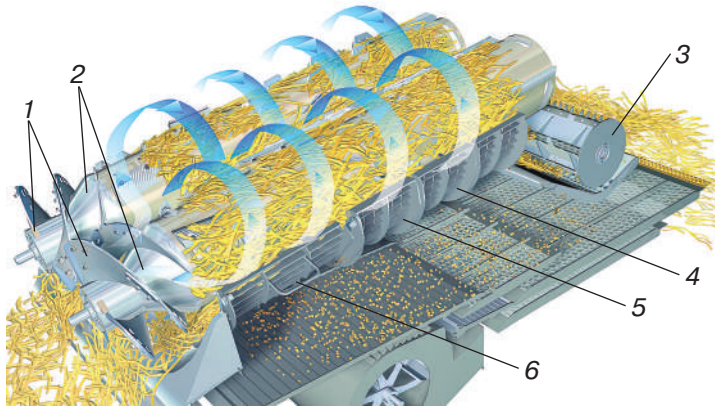


Рис. 3.23. Аксиально-роторна молотарка з подвійним ротором «New Holland CR», «New Holland TR»:

- 1 — лопаті роторів;  
2 — ротори; 3 — бітер; 4, 5, 6 — секції підбарабання

жують хлібну масу в молотильну зону роторів 2, попередньо надавши їй необхідної швидкості. У такій схемі обмолочування, як і в інших роторних МСП, зерна з колосків виділяються переважно завдяки перетиранню, а не удару, як у барабанних молотильних апаратах, тому зерно менше пошкоджується, зокрема зменшується кількість мікропошкоджень, що особливо важливо під час збирання врожаю зерна на насіння.

Секції підбарабання мають кут обхвату  $121\text{--}123^\circ$  і складаються з трьох секцій 4, 5, 6. Кожен із роторів має власну камеру. У верхній частині камери, як і в однороторних комбайнах, напрямні пластини (на рисунку не показані) розміщені по гвинтовій лінії, що забезпечує рух вороху із фронтальної до задньої частини камери ротора.

Для остаточного виділення зерна та соломистого вороху на виході з роторного МСП встановлено чотирикутний бітер 3, який спускає обмолочену масу й виділяє зерно, що надходить на верхнє решето системи очищення через підбарабання.

Найслабше місце роторних комбайнів — точка переходу з тангенціального потоку рослинної маси на осьовий, яка підвищує енергоспоживання. Одним із головних конструкторських нововведень комбайна «John Deere X9» є система каменевловлювача та прискорювача подачі (FAST) з 8-лопатеvim шевронним розташуванням (рис. 3.24, с. 116). Саме вона забезпечує високу енергоефективність під час переміщення рослинної маси.

Щойно хлібна маса надходить із похилої камери до системи FAST, центральні шевронні лопаті бітера 3 починають рівномірно розділяти її на два окремі потоки.

Комбайни «Ideal» компанії «Fendt» оснащені МСП «Helix» з одинарним чи подвійним ротором завдовжки 4,84 м, який ретельно відокрем-

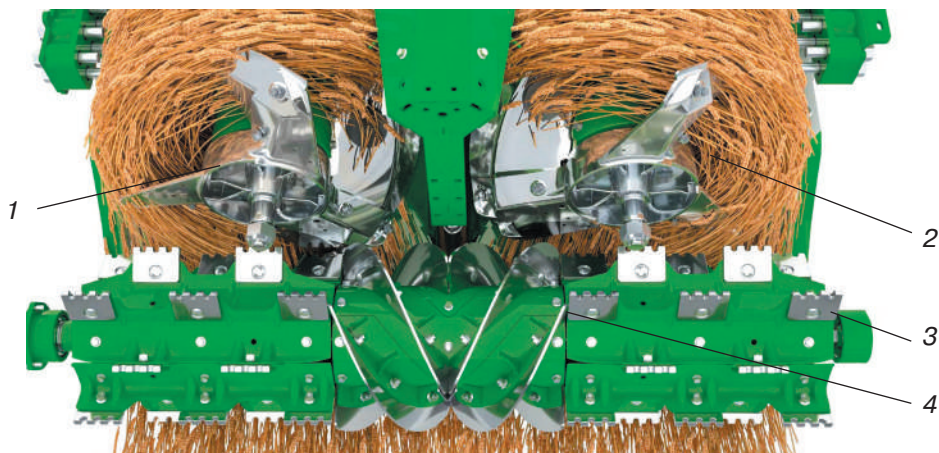


Рис. 3.24. Система каменевловлювача та прискорювача подання (FAST) хлібної маси до роторів комбайна «John Deere X9»:

1, 2 — лопаті роторів; 3 — бітер каменевловлювача та прискорювача подання (FAST) хлібної маси; 4 — шевронні лопаті бітера

лює зерно, не погіршуючи якість соломи (рис. 3.25). Така конструкція забезпечує постійне навантаження на ротор і максимально дбайливе поводження із зерном.

Для конструкції роторних комбайнів важливим елементом є захист від потрапляння в МСП каміння чи інших сторонніх предметів, які можуть пошкодити ротори. У конструкції комбайнів CR використано оригінальну систему захисту, що практично унеможливує потрапляння сторонніх предметів у роторні МСП. У разі потрапляння каміння чи

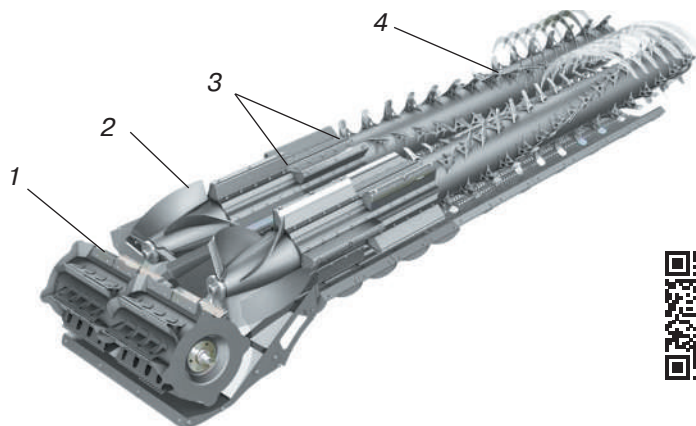


Рис. 3.25. Двороторна молотильно-сепарувальна система «Helix» комбайнів «Ideal» компанії «Fendt»:

1 — прискорювальний барабан; 2 — лопаті ротора; 3 — біла для обмолочування; 4 — зона сепарації



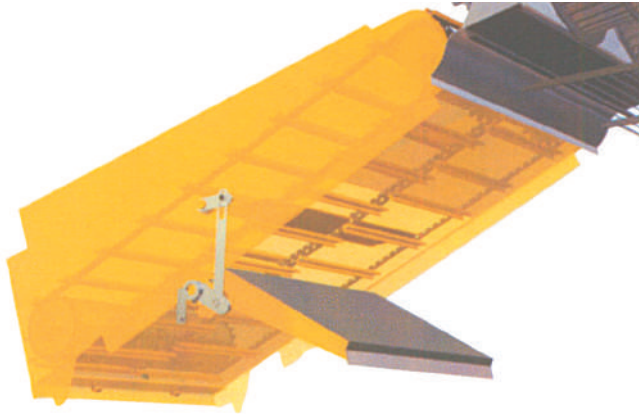


Рис. 3.26. Система захисту від потрапляння сторонніх предметів

іншого стороннього предмета та збільшення тиску на дно похилої камери спрацьовує система, яка відкриває люк у дні, через який камінь і випадає (рис. 3.26). Отже, система запобігає надходженню в роторний МСП навіть невеликих за розміром предметів.

Важливою перевагою таких аксіально-роторних молотарок є мінімальне (у 3–5 разів менше, ніж у класичних механізмів) травмування зерна, оскільки процес його сепарації здійснюється здебільшого відцентровими силами, зумовленими обертанням ротора. Крім того, виділення зерна у двороторному молотильно-сепарувальному пристрої відбувається більш інтенсивно, ніж на клавішних соломотрясах, а втрати — мінімальні.

Головним недоліком таких МСП є дещо більша енергоємність обмолочення зерна. Комбайн із такою аксіально-роторною молотаркою витрачає на 20–30 % більше пального на тону намолоченого зерна. Крім того, такі молотарки більш уразливі в разі потрапляння в них сторонніх предметів. Молотильно-сепарувальні пристрої роторного типу удосконалюють завдяки збільшенню діаметра ротора з метою збільшення площі сепарації; розподілу ротора на зони й установленню в різних зонах лопатей певних конструкцій; конструюванню підбарабання ротора конусної форми; зменшенню маси комбайна шляхом спрощення системи приводу ротора; розробленню нових моделей ротора, у яких ротор і підбарабання навколо нього обертаються в протилежних напрямках.

### 3.9. Комбіновані молотильно-сепарувальні пристрої (гібриди)

Еволюція розвитку конструкції комбайнів привела до створення комбінованих МСП, у яких обмолочення та основну сепарацію хлібної маси здійснюють класичним (барабанним) МСП, а сепарацію соломистого вороху — роторним соломосепаратором з аксіальним поданням. Такі зернозбиральні комбайни випускають фірми «Claas» (марки



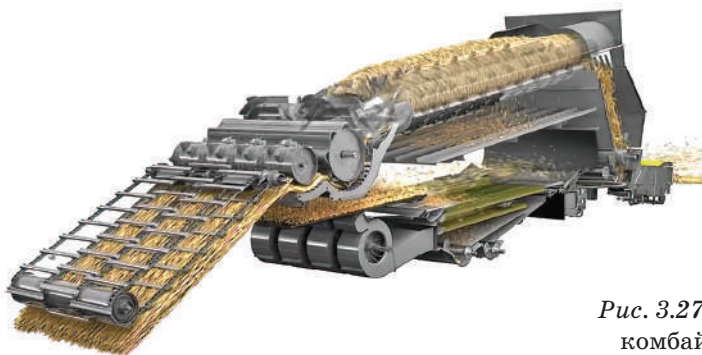


Рис. 3.27. Гібридна МСП система комбайна «Claas Lexion 600»

«Lexion 570», «Lexion 580», «Lexion 600», «Lexion 700», «Tucano 470», «Tucano 480»), «John Deere» («С 670») і «New Holland» («CS 6090», «CSX 7080»).

Зернозбиральні комбайни фірми «Claas» з комбінованим МСП (рис. 3.27) обладнані молотильною системою APS (прискорювач хлібної маси, молотильний барабан і відбійний бітер). Значне прискорення потоку хлібної маси від 3 до 20 м/с сприяє підвищенню ефективності роботи МСП комбайна, зокрема рівномірності подання маси до барабана та додатковій сепарації зерна завдяки дії відцентрових сил.

Остаточо зерно виділяється роторною системою сепарації «Roto Plus». Комбайни серії «Lexion» обладнано двома роторними сепараторами, які обертаються в протилежних напрямках. Залежно від виду зернових культур, умов збирання і властивостей соломи частоту обертання роторів регулюють у межах від 350 до 1010 об/хв безпосередньо з кабіни. Пропускна здатність таких комбайнів сягає 20 кг/с.

Технологічний процес роботи комбайнів зазначеного типу відбувається так: скошена хлібна маса надходить похилим транспортером до бітера — прискорювача, який збільшує швидкість її руху, завдяки чому вона подається більш рівномірно в зазор між нерухомим підбарабанням і молотильним барабаном. При цьому біла барабана вдаряють по колосках, які виминаються й перетираються, а зерно — вимолочується.

Значна частина зерна з половию просипається через отвори підбарабання й надходить на стрясну дошку. Солома із залишками вимолоченого зерна потрапляє до відбійного бітера, який подає їх до роторних соломосепараторів. Там солома енергійно перетирається, а зерно, частинки соломи й колоски просипаються через отвори підбарабання соломосепараторів на стрясну дошку.

Усі моделі «Lexion» компанії «Claas» оснащені пластинами з гідравлічним приводом для зміни площі сепарації. Поворотний перемикач забезпечує ступінчасте зменшення відкритої площі системи сепарації прямо з кабіни. У такий спосіб при низькій вологості можна знизити навантаження на очищення, а при підвищеній — використовувати біль-

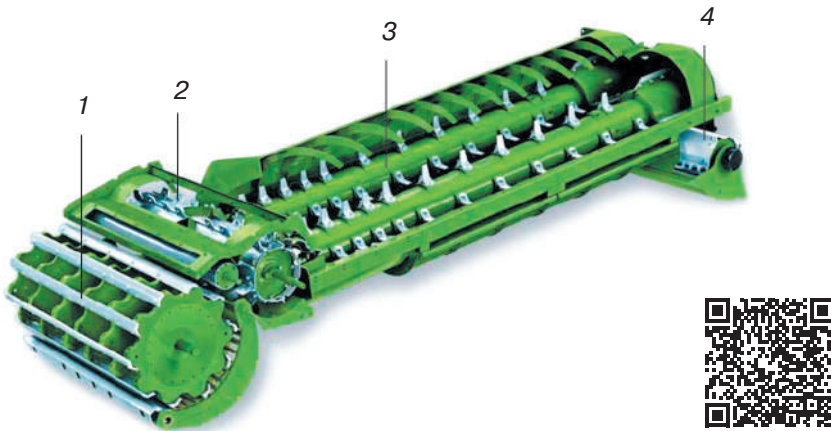


Рис. 3.28. Агрегати гібридного молотильно-сепарувального пристрою комбайна «John Deere С»: 1 — молотильний барабан; 2 — ротаційний сепаратор; 3 — роторні сепаратори; 4 — подрібнювач соломи

пу площу ефективного відокремлення зерна за рахунок регульованої зміни робочої поверхні роторів.

Солому із соломосепараторів подають до подрібнювача, де її подрібнюють і за допомогою розкидних дисків розкидають по поверхні поля. Зерновий ворох (зерно з домішками) стрясними дошками подають на очищення. Таку гібридну систему використано також на комбайнах «John Deere С», «Fendt» (рис. 3.28).

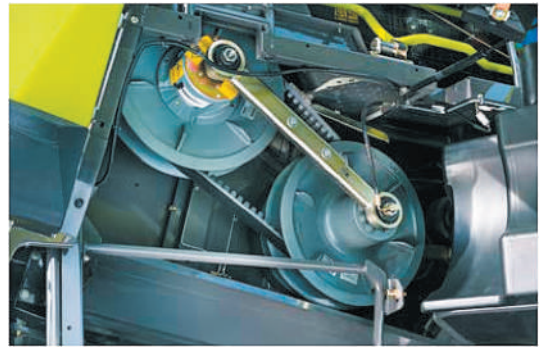
Частота обертання роторів плавно регулюється (у комбайнів компанії «Claas» за допомогою системи SEBIS) поворотним вимикачем і контролюється на моніторі (рис. 3.29, с. 120) у діапазоні від 350 до 1050 об/хв, незалежно від кількості обертів молотильного барабана. Цим забезпечують не лише швидку зміну частоти обертання під різні види культур, умови збирання та властивості соломи, а й досягають оптимізації продуктивності машини протягом дня.

Порівнюючи зернозбиральні комбайни, треба зазначити, що комбайни роторного типу мають переваги порівняно з класичною МСП: мінімальне травмування зерна, не більше 1 % (їх бажано застосовувати в разі збирання насінневого зерна); втрати вільного зерна та недомолочування не перевищують 1 % (сепарація зерна відбувається у відцентровому полі ротора).

Недоліки комбайнів роторного типу такі: значне перетирання соломи; підвищена витрата потужності на обмолочення; на вологих і довгостеблових хлібах солома скручується в джгут, який призводить до зупинки ротора або виведення з ладу (відмови) приводу ротора; вимагає встановлення на комбайн більш продуктивної повітряно-решітної системи очищення зерна.



а



б

Рис. 3.29. Регулювання частоти обертання роторів у системі CEBSIS комбайнів компанії «Claas»: а — монітор; б — варіатор приводу ротора

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть, як здійснюються обмолочування та сепарація хлібної маси в комбайнах класичної схеми. Проаналізуйте причини недостатнього вимолочування зерна з колосків чи значного подрібнення зерна.
2. Поясніть переваги системи обмолочення з прискорювальним барабаном (система APS). Які особливості такої конструкції?
3. Обґрунтуйте необхідність використання автоматичних систем регулювання МСП.
4. Поясніть переваги молотильного пристрою з додатковим ротаційним сепаратором. Які особливості його конструкції?
5. Проаналізуйте переваги однороторних молотильно-сепарувальних пристроїв. Як вони побудовані, як працюють?
6. Поясніть особливості будови ротора в роторних молотильно-сепарувальних пристроях. Які завдання виконує кожна з його частин?
7. Поясніть, з якою метою в роторного зернозбирального комбайна РСМ-181 «Тогит» підбарабання обертається в напрямку, протилежному напрямку обертання ротора.
8. Поясніть принцип роботи аксіально-роторного МСП з подвійним ротором. Чи можете ви рекомендувати такий комбайн для невеликих господарств?
9. Самостійно знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови комбайнів, оснащених комбінованими (гібридними) молотильно-сепарувальними пристроями, та проаналізуйте переваги й недоліки їхнього застосування.
10. Виконайте тестове завдання.  
Наявність значної кількості дробленого зерна в бункері комбайна КЗС-9-1 «Славутич» є наслідком
  - А недостатньої частоти обертання молотильного барабана
  - Б занадто великої частоти обертання молотильного барабана
  - В надто великого зазору між молотильним барабаном і підбарабанням
  - Г надто великого повітряного потоку, створюваного вентилятором очищення

## Розділ 4

### СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

Система очищення зерна в комбайнах призначена для його виділення з дрібного вороху (полови й дрібної соломи), який надходить на стрясну дошку з молотильного апарата, соломотряса та домолочувального пристрою. Її конструкція обумовлена вимогами якісного очищення зерна та фізико-механічними властивостями компонентів зернового вороху, що зазнає сепарації. У більшості розробників зернозбиральних комбайнів системи очищення подібні. Розглянемо класичний варіант, поданий на *рисунку 4.1*.

Система очищення складається зі стрясної дошки 1 із пальцевою решіткою, верхнього 11 і нижнього 14 решет, подовжувача 12, 13 верхнього решета, вентилятора 19, домолочувального пристрою 7, підвіски та механізмів приводу.

Верхнє та нижнє решета рухаються в зустрічних напрямках і мають різну довжину ходу (нижнє решето має менші за величиною коливання, ніж верхнє), що сприяє збільшенню ефективності очищення, зниженню вібрації, запобігає забиванню решет соломою, а також зменшує інерційне навантаження на решітний стан.

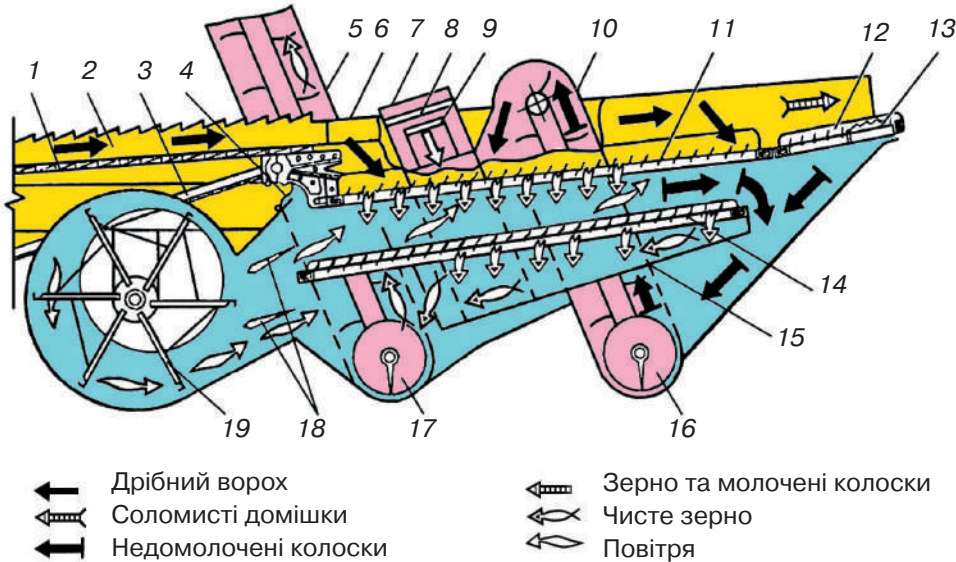


Рис. 4.1. Схема роботи системи очищення комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

1 — стрясна дошка; 2 — гребінка; 3 — шатун приводу; 4 — фартух; 5 — зерновий елеватор; 6 — пальцева решітка; 7 — домолочувальний пристрій; 8 — теркова поверхня; 9 — домолочувальний барабан; 10 — колосовий елеватор; 11 — верхнє решето; 12 і 13 — поперечні й поздовжні жалюзі подовжувача; 14 — нижнє решето; 15 — скатна дошка решітного стану; 16 — колосовий шнек; 17 — зерновий шнек; 18 — розсікачі; 19 — вентилятор



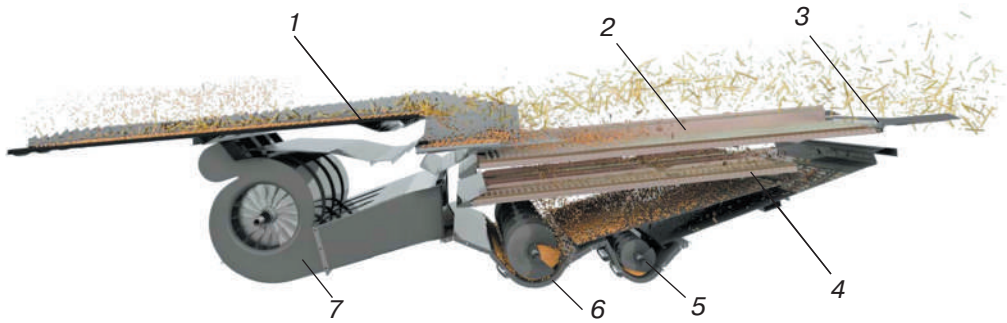


Рис. 4.2. Загальна будова системи очищення комбайна «Claas»:

- 1 — стрясна дошка; 2 — верхнє решето; 3 — жалюзі подовжувача верхнього решета; 4 — нижнє решето; 5 — колосовий шнек; 6 — зерновий шнек; 7 — вентилятор

У сучасних комбайнах верхні та нижні решета регулюють із кабіни за допомогою електроніки, що дає змогу швидко змінити розмір їхніх отворів під час збирання різних видів культур.

Загальну будову системи очищення комбайна «Claas» показано на рисунку 4.2.

#### 4.1. Стрясна дошка

Стрясна (транспортна) дошка (рис. 4.3) переміщує до верхнього решета ворох, що потрапляє на неї з підбарабання.

Більшість комбайнів оснащують стрясною дошкою, розміщеною під молотильним пристроєм. З трьох боків вона обмежена коробчастим прямокутним каркасом 2, боковини та передня стінка якого мають ущільнення 1 зазору з відповідними нерухомими внутрішніми поверхнями корпусу молотарки. Днище 3 виконано як ступінчастий настил, виготовлений із листового оцинкованого металу, і розділено ребристими перегородками 4 на 5–6 поздовжніх смуг. Ступінчасті виступи днища зорієнтовані круто встановленою поверхнею в напрямку до задньої час-

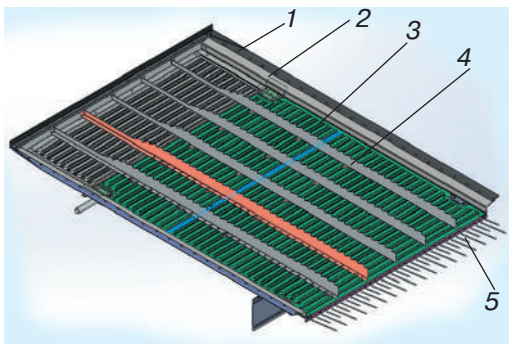


Рис. 4.3. Стрясна дошка системи очищення комбайна:

- 1 — ущільнення; 2 — каркас; 3 — днище (ступінчастий настил); 4 — ребристі перегородки; 5 — пальцева решітка



тини комбайна та відкритого боку короба. У кінці стрясної дошки часто встановлюють пальцеву решітку 5 для попереднього розділення вороху.

У процесі транспортування вороху стрясною дошкою із заданою частотою й амплітудою відбувається його підготовча сепарація: зерно та важкі частинки осідають у нижній зоні, витісняючи легкі й великі соломисті частини у верхні шари. Це важливо для полегшення процесу сепарації вороху на решетах.

Зі стрясної дошки ворох надходить на пальцеву решітку, яка перекриває передню частину верхнього решета. Пальцева решітка виділяє зернову фракцію на початку верхнього решета, а соломисті частинки спрямовує до його середньої частини.

Існують два варіанти виконання стрясної дошки. Або відразу під пальцевою решіткою встановлюють верхнє решето, і тоді під час сходження вороху зі стрясної дошки та пальцевої решітки утворюється один ступінь вертикального перепаду. Або між стрясною дошкою та верхнім решетом передбачають додатково другий, укорочений ступінь стрясної дошки зі своєю пальцевою решіткою, тому, перш ніж потрапити на поверхню верхнього решета, ворох долає два ступені каскаду. Вважають, що в останньому випадку ефективність поділу зерна й полови зростає.

Відмінності в будові стрясних дощок комбайнів різних фірм і модифікацій полягають здебільшого в розмірах, що залежать від пропускної здатності комбайна. Істотно відрізняється лише транспортна дошка комбайнів серії TC фірми «New Holland». Щоб під час роботи на схилах компенсувати сповзання вороху вниз, перегородки в комбайнах цієї серії можна встановлювати навскіс щодо напрямку руху, переміщуючи їхні задні кінці в поперечному напрямку.

Щоб полегшити очищення рифленої поверхні стрясної дошки від налиплиго бруду й вологих рослинних решток, фірми «Sampo Rosenlew», «Fendt» передбачили у своїх комбайнах можливість демонтажу її подовжніх секцій (парами або по одній). Для здійснення цієї операції з боку подовжувача верхнього решета секцію розстопорюють і підчіплюють спеціальним ключем на довгій ручці й витягують назад, переміщуючи її по пазах каркаса стрясної дошки (рис. 4.4). У комбайні «Mega» фірми «Claas» передбачено можливість демонтажу для очищення половини транспортної дошки.



Рис. 4.4. Секційну стрясну дошку комбайна «Fendt С» виконано з можливістю демонтажу окремих секцій для обслуговування

### 4.2. Решета

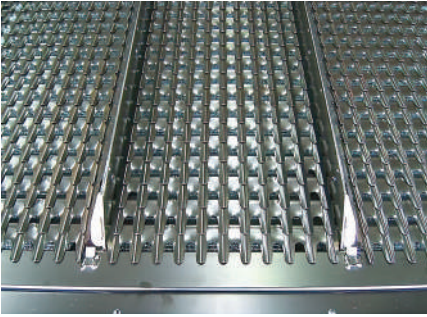


Рис. 4.5. Жалюзійне решето очищення

У системах очищення зернозбиральних комбайнів використовують як жалюзійні решета, так і плоскі пробивні. Основою жалюзійного решета (рис. 4.5) слугує каркас прямокутної форми, розділений подовжніми ребрами на смуги завширшки 220–250 мм. В отворах несучих елементів каркаса на осях з можливістю повертання встановлено жалюзі.

На осі 1 (рис. 4.6) закріплено за допомогою контактної зварювання штамповані гребінки 2 оцинкованого металу завтовшки 0,4–0,5 мм. Довжина кожного гребінця відповідає ширині смуги між сусідніми парами гребінок. При цьому гребінки всіх жалюзі решета можуть мати однакові зуби, розміщені подовжніми рядами. А в жалюзі інших комбайнів крок різний і розміри гребінок чергуються. У такому разі так зване «хвильове» решето забезпечує більш рівномірний розподіл повітря по всій його поверхні.

На осі 1 (рис. 4.6) закріплено за допомогою контактної зварювання

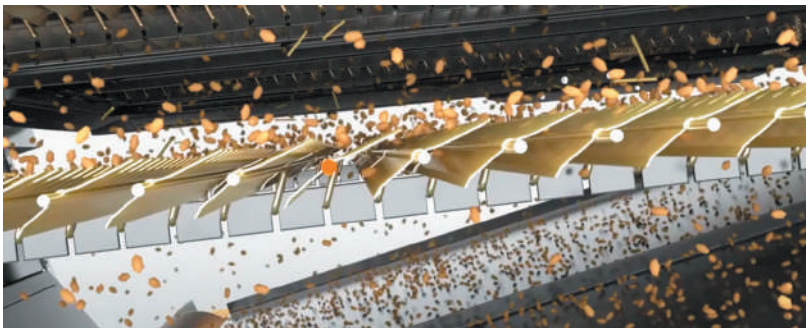
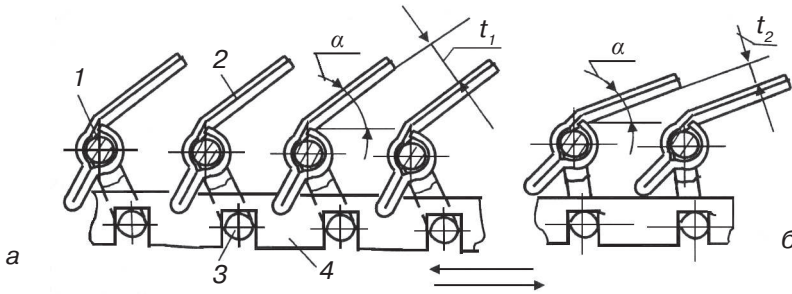


Рис. 4.6. Принцип дії жалюзі решета зернозбирального комбайна:

*a* — жалюзі відкрито на кут  $40^\circ$ ; *б* — жалюзі відкрито на кут  $20^\circ$ ; 1 — вісь жалюзі; 2 — гребінки жалюзі; 3 — петля; 4 — рейка

Вісь 1 утворює в середній частині відігнуту вниз петлю 3. Петлі всіх жалюзі решета входять у прорізи подовжньої рейки 4, переміщенням якої можна змінювати кут нахилу всіх гребінок 2 одночасно (рис. 4.6). При переміщенні рейки назад із положення, зображеного на рисунку 4.6, відбувається поворот осей 1 за годинниковою стрілкою, і кут установлення гребінок 2 всіх жалюзі зменшується. Одночасно зменшується й розмір щілини, призначеної для проходу зерна. Ступінь відкриття жалюзі (у межах від 0 до 45°) регулюють залежно від обмолочуваної культури. Наприклад, під час збирання зернових жалюзі верхнього решета відкривають на 14–17 мм, а нижнього — на 8–10 мм. Для бобових культур ступінь відкриття верхнього решета збільшують у 1,4–1,5 раза, а нижнього — в 1,8–2 рази. На збиранні насінників трав, навпаки, жалюзі верхнього та нижнього решет прикривають до кута 10–12° і 4–7° відповідно. У деяких випадках нижнє жалюзійне решето замінюють плоским пробивним.

Оригінальну конструкцію решет розробили фахівці фірми «Fendt» (рис. 4.7). Зубчасті жалюзійні гребінки чергуються з поперечними пластинами. При цьому вершини похилих зубів різко відігнуті вперед і вниз, утворюючи гачкоподібні виступи.

Існує кілька способів керування рейкою відкриття решет. Часто знизу, безпосередньо на задній поперечині каркаса решета, закріплюють на осі важіль, який може повертатися щодо нерухомого сектора й фіксуватися на ньому в різних положеннях. При повороті важеля рейка 4 (рис. 4.6) переміщується всередині порожнини, утвореної ребрами й кожухом, герметичність якої виключає можливість набивання в неї полови.

У деяких комбайнах механізми регулювання винесено на зовнішній бік боковини молотарки в її задній частині (рис. 4.8). У такому разі або важелі управління з'єднують із рейками решет поперечними тягами та двоплечими важелями, або рейка переміщується

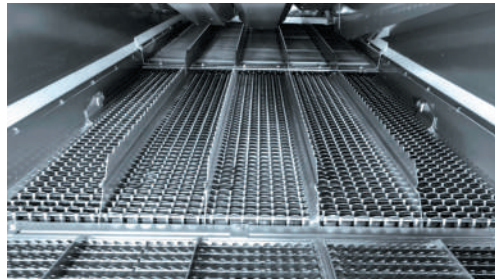


Рис. 4.7. Решітний стан комбайна «Fendt 5275 C SL» має п'ять решітних секцій

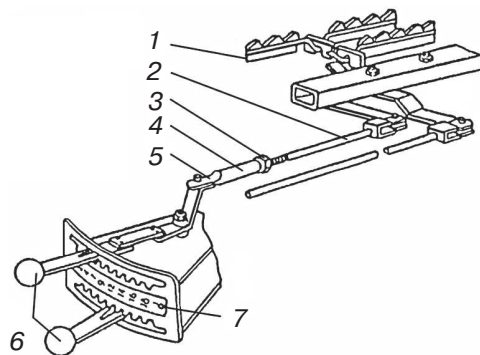


Рис. 4.8. Механізм регулювання зазору між жалюзі решет комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

- 1 — гребінки жалюзі; 2 — тяга;  
3 — контргайка; 4 — наконечник;  
5 — вісь; 6 — важелі; 7 — шкала

гвинтовим механізмом, з'єднаним із маховичком на боковині молотарки відкритою конічною передачею.

На сучасних комбайнах відкриття верхніх і нижніх решет здійснює електричний виконавчий механізм («MF 7200», «Fendt 8300/8300 AL» та ін.), регульований із кабіни за допомогою електроніки. Він забезпечує швидке адаптування до різних видів культур і підвищення продуктивності та якості очищення.

**Верхній решітний стан** призначений для виділення великих легких частин вороху під час продування спеціально спрямованим повітряним потоком від вентилятора та сепарування зерна з домішками частинок колосків за розмірами на нижнє решето. Він складається з двох бортів 4 (рис. 4.9), у напрямних яких встановлено верхнє жалюзійне решето 3, і поворотного подовжувача 1 з механізмами відкриття жалюзі. Передня частина решітного стану закріплена за допомогою сайлент-блоків на осі коливального механізму, а задня частина підвішена на двох підвісках до осей на панелях молотарки.

Під час роботи легкі частинки вороху, підняті повітряним потоком вентилятора, видуваються на поле, а фракції, які пройшли через подовжувач по скату, надходять до колосового шнека.

**Подовжувач верхнього решета.** У кінці верхнього решета шарнірно закріплено поворотний подовжувач (рис. 4.10) із регульованими жалю-

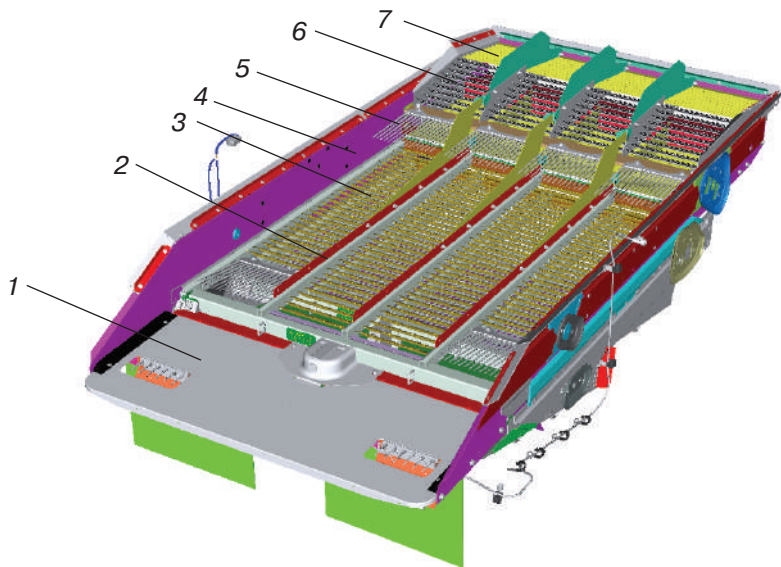


Рис. 4.9. Верхній решітний стан із попереднім очищенням комбайна «John Deere»: 1 — подовжувач; 2 — подовжні ребра; 3 — верхнє решето; 4 — борт; 5 — решітка; 6 — похила жалюзійна надставка (решето попереднього очищення); 7 — стрясна дошка



зійними поверхнями 2 для виділення колосків і зерна з вороху. Найчастіше подовжувач є додатковим жалюзійним решетом, його довжина становить 15–25 % від довжини верхнього решета. Жалюзі подовжувача мають регулювання, незалежне від регулювання жалюзі верхнього решета. При цьому в деяких конструкціях передбачено можливість зміни кута встановлення подовжувача.

Положення подовжніх жалюзі, як правило, установлюють фіксатором 1, який входить до одного з отворів планки регулювального механізму. А кут нахилу подовжувача залежно від умов роботи очищення змінюють перестановкою болтів у регулювальних отворах 3 болтів.

Жалюзі подовжувача можуть мати конструкцію, аналогічну жалюзі решет («MF 3640/5650», «Mega» та ін.), або ж відрізняються, іноді істотно. Так, наприклад, у вітчизняних комбайнах подовжувач має два види жалюзі з індивідуальним регулюванням кожної з груп. На початку такого подовжувача змонтовано зубчасті гребінки, а наприкінці — плоскі похилі пластини.

У комбайнах фірми «Fendt» замість складного чергування зубчастих гребінок і пластин, властивого для жалюзі їхніх решет, подовжувач має набір звичайних поперечних зубчастих гребінок. У комбайнах серії «Optima 2000» фірми «Sampro Rosenlew» поверхня подовжувача має пробивні отвори з витяжкою та відгином підрубаних пластин нагору, подібних до отворів на клавішах соломотряса.

**Нижній решітний стан** призначений для остаточного очищення зерна від домішок та спрямування його по скатній дошці в зерновий шнек і далі в бункер. Його виконано у вигляді піддона, на раму якого за допомогою болтів і пружинних уловлювачів закріплено нижнє жалюзійне решето. За допомогою сайлентблоків та осей передня частина піддона підвішена на нижніх головках двоплечих важелів коливального механізму, а задня частина — на двох підвісках, що кріпляться до рами молотарки. Механізм регулювання відкриття жалюзі аналогічний механізму верхнього решета.

Недомолочені колоски з нижнього решета прямують у колосовий шнек і далі в домолочувальний пристрій, звідки повторно обмолочений ворох знову надходить на стрясну дошку. Верхнє та нижнє решета від-

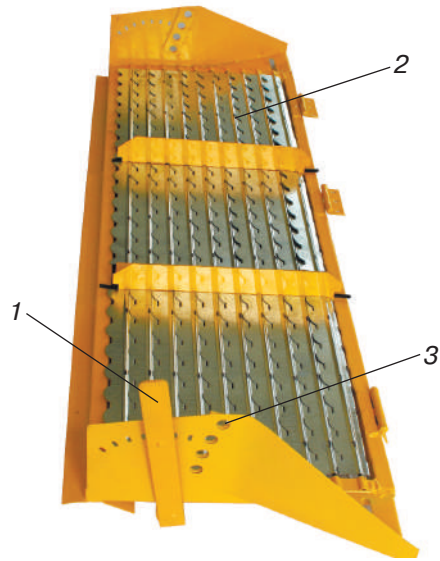


Рис. 4.10. Подовжувач верхнього решета:

- 1 — фіксатор регулювання жалюзі;
- 2 — жалюзійні поверхні; 3 — регулювальні отвори



різняються конструктивним виконанням рамок решет і розмірами гребінок (у нижніх решет, як правило, розміри гребінки менші).

Скати лотка та кожуха колосового шнека перекривають та ущільнюють відливи з прогумованого ремня. У верхній частині виконано вікна для виведення частини сходу з очищення на датчик приладу визначення втрат.

Привід кривошипно-шатунного механізму очищення здійснюється двома клиновими пасами від контрприводу вентилятора.

### 4.3. Вентилятор

Вентилятор створює регульований повітряний потік і подає його на решета для видування з вороху легких домішок.

У системах очищення зернозбиральних комбайнів застосовують три типи вентиляторів: радіальні (відцентрові), діаметральні та осьові (рис. 4.11). Найчастіше використовують відцентрові вентилятори. У них у кожусі 2 розміщено робоче колесо 1, боковини якого мають вікна для забору повітря. Під час обертання робочого колеса повітря на високій швидкості під дією відцентрових сил притискається до равликоподібного кожуха 2 й викидається через вихідне вікно, здуваючи з решет легкі домішки.

Лопаті робочого колеса можуть мати прямі та криволінійні поверхні. У системах очищення зернозбиральних комбайнів найбільше поширені вентилятори середнього та низького тиску з прямолінійними лопатями.

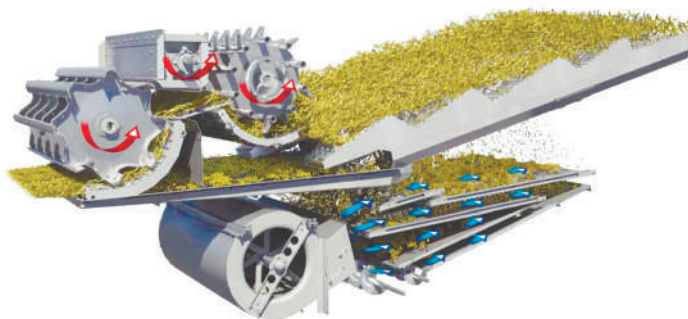
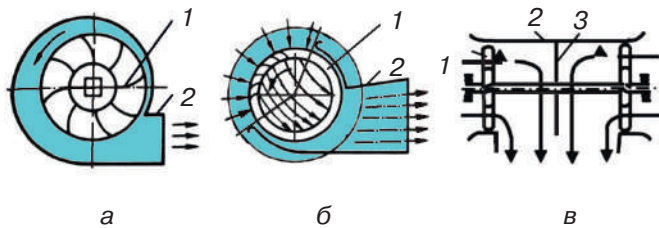


Рис. 4.11. Типи вентиляторів (а — радіальний, б — діаметральний, в — осьовий), що використовують у системі очищення. Розміщення вентилятора на МСП:

1 — колесо робоче; 2 — кожух; 3 — поперечна перегородка

Як правило, робоче колесо вентилятора системи очищення має шість лопатей (комбайни «MF 7200 Cerea», «Fendt 8300/8350 AL» та ін.). Однак використовують і багатолопатеві колеса з криволінійною поверхнею лопатей складного профілю («Mega», «Claas — 16 лопатей»). При малій кількості лопатей можуть з'являтися зони завихрення, і виникає нестабільність повітряного потоку. При великій кількості — збільшуються втрати на тертя в міжлопатевих каналах. На нових комбайнах рівномірність повітряного потоку по всій ширині очищення забезпечують заміною єдиного робочого колеса декількома меншими колесами, установленими на загальному валу. Це забезпечує додатковий забір повітря з простору між їхніми торцями. Так, наприклад, у комбайні «John Deere 9000 WTS» вентилятор 4-секційний, а в комбайні «Mega» — 3-секційний.

Найкращу рівномірність повітряного потоку забезпечують діаметральні вентилятори (рис. 4.11, б). Вони мають робоче колесо з великою кількістю криволінійних, загнутих у бік обертання, лопатей, що захоплюють повітря в межах радіального вікна й проштовхують його в центральну порожнисту частину. Під дією підпору та відцентрових сил повітря витісняється на периферію колеса й удруге потрапляє на його лопаті з діаметрально протилежного боку. Унаслідок двократного впливу лопатей на повітряний потік він набуває вищої та рівномірної швидкості у вихідному каналі порівняно з радіальними вентиляторами.

Діаметральні вентилятори за габаритами менші за радіальні, але більш енергоємні. Найчастіше їх використовують на комбайнах аксіально-роторного типу («Challenger 660», «MF 9000», «Case 2388»). Дещо рідше — на комбайнах із поперечно-поточною молотаркою («MF 3640/5650», «Deutz-Fahr 5650/5690» та ін.).

Вентилятори осьового типу (рис. 4.11, в) застосовують у зернозбиральних комбайнах дуже рідко. Під час роботи два осьових робочих колеса 1 нагнітають повітря в центральну частину кожуха 2, де при взаємодії з поперечною перегородкою 3 потік повертає на  $90^\circ$  і надходить у повітряні канали очищення. ККД в осьових вентиляторах вищий, ніж у відцентрових і діаметральних, але вони стабільно працюють лише за високої точності виготовлення корпусів і робочих коліс. Зазор між лопатями і корпусом у таких вентиляторах має бути мінімальним. Гібридом вентилятора осьового та відцентрового типу є вентилятор «Dual-Flow» фірми «John Deere».

Незалежно від конструкції вентилятора інтенсивність повітряного потоку найчастіше регулюють шляхом зміни частоти обертання робочого колеса. Так, наприклад, у вітчизняних комбайнах вона становить 340–1185 об/хв, а в комбайні «Case 2388», обладнаному вентилятором діаметрального типу, — 450–1250 об/хв.

Найчастіше вентилятор приводять в обертання клиновим пасом від контрприводу через варіатор, який може змінювати частоту його обер-

тання, а отже, регулювати швидкість повітряного потоку, що подається на очищення. Виконавчий механізм варіатора може бути виготовлений у вигляді гвинта, що провертається вручну, або ж аналогічний гвинт на більшості комбайнів приводить в обертання електромотор, керований безпосередньо з робочого місця комбайнера. Контроль частоти обертання вентилятора здійснює датчик, який взаємодіє із зубчастим елементом, установленим на його валу. Балансують вентилятор спеціальними пластинами, які закріплюють між променями та лопатями.

Для якісної роботи системи очищення дуже важлива узгодженість двох налаштувань: швидкості обертання вентилятора й величини зазорів у решетах.

При збільшенні повітряного потоку легкі домішки (полова та подрібнені частинки соломи) будуть краще видалятися з вороху, однак при цьому може втрачатись і щупле (легке) зерно. У разі недостатнього повітряного потоку очищення відбуватиметься неякісно і в бункер потраплятиме зерно зі значною кількістю домішок.

#### **4.4. Особливості систем очищення сучасних зернозбиральних комбайнів**

Отримання від комбайна чистого зерна, яке не потребує додаткового очищення, — одна з вимог до високопродуктивних машин.

У конструкції систем очищення зерна сучасних комбайнів використовують стрясну дошку або блок шнеків для попереднього розділення та транспортування вороху й остаточне повітряно-решітне очищення. Повітряний потік, що створюється вентиляторами в нових конструкціях систем очищення, розділяється на два окремі потоки: один із них обдуває зону попереднього очищення, а другий — верхнє та нижнє решета.

Концепція продування зернового вороху потоком повітря в момент подолання ним ступінчастого каскаду між стрясною дошкою та верхнім решетом є нині головною, проте не єдиною. Наприклад, у комбайні «John Deere» серії 9000 відсутній відкритий перепад висот (рис. 4.12). Натомість задній кінець стрясної дошки з'єднано з переднім кінцем верхнього решета похилою жалюзійною надставкою яка є, по суті, решетом попереднього очищення.

У класичних, роторних і комбінованих комбайнах «John Deere» серії CWS, WTS, STS і CTS застосовують уніфіковану систему транспортування й очищення (рис. 4.12, 4.13), яка забезпечує очищення зерна в різних умовах збирання. Система має блок шнеків, що подають зерно на решето попереднього очищення, де відділяється значна частина легких домішок (полова, дрібна солома) і повітряний потік виносить її за межі молотарки. Далі очищення зерна відбувається на верхньому та нижньому решетах, де виділяються важчі частини зернового вороху (пусті колоски, стебла тощо). Рівномірний потужний потік

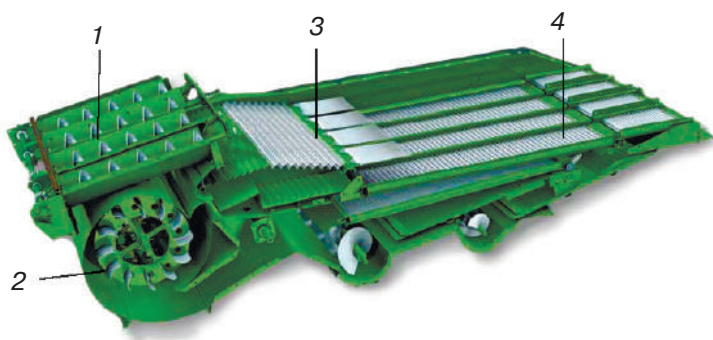


Рис. 4.12. Система очищення «Dyna Flo II» комбайна «John Deere S» зі шнековими блоками для подання зерна:

1 — блок шнекових конвеєрів; 2 — вентилятор; 3 — похила жалюзійна надставка (решето попереднього очищення); 4 — верхнє решето

повітря для очищення зернового вороху забезпечує радіальний вентилятор діаметром 500 мм.

На комбайні «John Deere» С, W використано систему очищення «Quadra Flo» (рис. 4.13), яка має решето попереднього очищення на короткій стрясній дошці.

Налаштування решета попереднього очищення в комбайнах «John Deere» здійснюють з боку подовжувача верхнього решета за допомогою спеціального коловорота з довгою ручкою. При оптимальному режимі роботи до третини зерна після проходження попереднього очищення надходить безпосередньо до зернового шнека, а чверть соломистих фракцій вороху видувається за межі комбайна, минаючи верхнє решето, що суттєво зменшує його завантаженість.

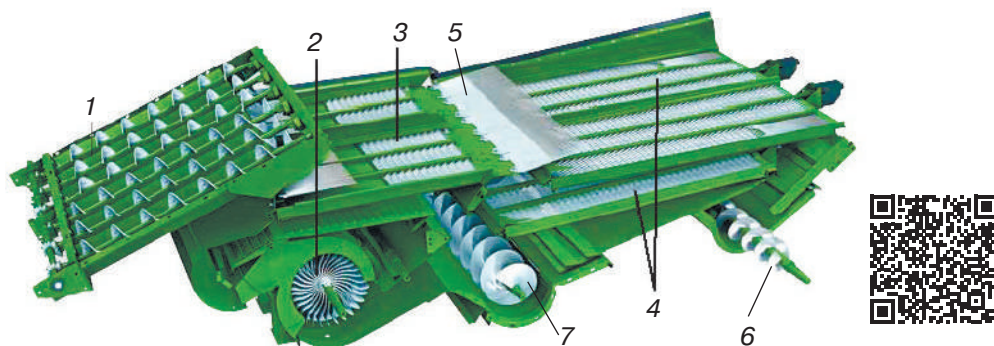


Рис. 4.13. Очисний комплекс «Quadra Flo» комбайна «John Deere» С, W:

1 — блок шнекових конвеєрів; 2 — вентилятор; 3 — решето попереднього очищення; 4 — верхнє та нижнє решета; 5 — решітка; 6 — колосовий шнек; 7 — зерновий шнек

Кожух вентилятора має додаткову подовжню перегородку (рис. 4.14). У такий спосіб повітря, що нагнітається крильчаткою, ділиться на два незалежні потоки. Один потік, як у всіх традиційних системах, обдуває верхнє та нижнє решета, а другий — решето попереднього очищення. Зерно, яке просипається крізь його щілини в жалюзі, відразу надходить на нижнє решето. Решта вороху, що залишилася без значної частини зерна на попередньому етапі очищення, очищується як звичайно за допомогою повітря та вібрації на верхньому та нижньому решетах.

Оскільки потужність повітряного потоку, що припадає на одиницю площі жалюзійної надставки, суттєво більша, ніж на основних решетах, то значна частина соломистих фракцій вороху відразу потрапляє за межі комбайна, проходячи без затримки над поверхнею верхнього решета. За рахунок цього суттєво зростає стабільність роботи очищення, зокрема зменшується винесення з комбайна щуплого зерна. У традиційних схемах повітря автоматично перерозподіляється на користь більш вільних від вороху ділянок решет, тому доводиться або підтримувати надмірне подання повітря, або змиритися з підвищеною засміченістю зерна в бункері.

Під час роботи комбайна на схилі відбувається перерозподіл вороху на решетах у поперечному напрямку. Частина поверхні виявляється вільною від вороху, тому в цих зонах зменшується опір проходженню повітря і через них проходить основний потік від вентилятора. У результаті зменшується обдування повітрям завантажених ворохом ділянок і, як наслідок, погіршується очищення, спостерігається підвищене забруднення зерна домішками в бункері.

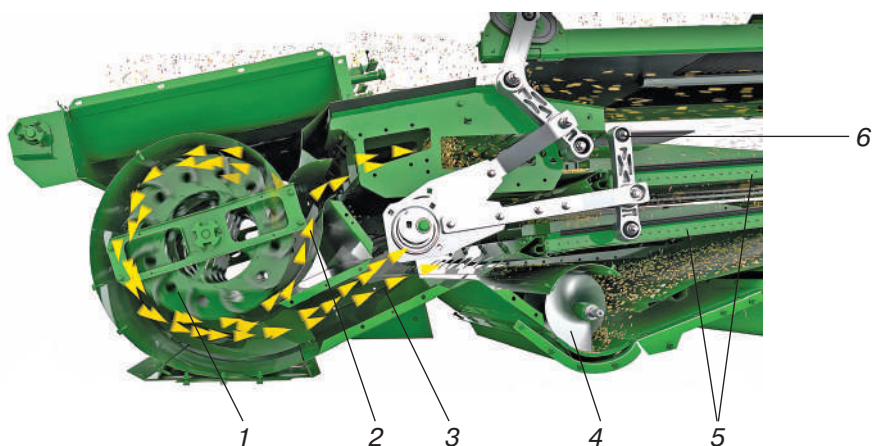


Рис. 4.14. Вентилятор із розділенням потоку повітря системи очищення комбайна «John Deere» серії 9000:

- 1 — вентилятор; 2 — повітряний потік на решето попереднього очищення;
- 3 — повітряний потік на верхнє та нижнє решета; 4 — зерновий шнек;
- 5 — верхнє та нижнє решета; 6 — решітка





Рис. 4.15. Компенсація бічного нахилу комбайна «New Holland» поворотом секцій решет

Фірма «New Holland» установила на своїх комбайнах серії TS систему автоматичного вирівнювання решітного стану «Smart Sieve» (рис. 4.15), здатну стабільно працювати на схилах крутизною до 25 %. У ній верхнє решето складається із чотирьох незалежних подовжніх секцій, які мають індивідуальну (маятникову) підвіску. При бічному нахилі комбайна секції автоматично підтримують горизонтальне положення поперечного профілю своєї поверхні, трансформуючи суцільну поверхню решета у східчасту. З огляду на це, кожна із чотирьох подовжніх секцій має індивідуальний механізм регулювання ступеня відкриття жалюзі. На задніх кінцях секцій верхнього решета змонтовано пальцеві гребінки — конструктивний елемент, відсутній у комбайнах інших фірм.

Отже, зернова маса рівномірно розподіляється по решетах, а повітряний потік, що проходить крізь них, забезпечує максимальну очисну здатність. Це дає можливість працювати при оптимальних швидкостях на нерівній місцевості без втрати продуктивності та якості бункерного зерна.

З метою створення повітряного потоку для очищення в комбайнах «New Holland» використовують 6-лопатеві вентилятори з діапазоном обертів від 210 до 900 об/хв, які регулюються з кабіни за допомогою комп'ютерної системи. Ширина лопатей вентилятора збігається з шириною зон очищення, що дає змогу з потрібною швидкістю подавати повітря по всій ширині решітного стану та струсної дошки. З метою підвищення якості очищення зерна під час руху комбайна на підйомах і спусках швидкість повітряного потоку, що надходить від вентилятора, автоматично змінюється. Так, під час руху на підйом, коли ворох на решетах зміщується назад, повітряний потік зменшується. А під час руху по спуску — збільшується.

У поєднанні з додатковими коливаннями решітного стану в поперечній площині (рис. 4.16, с. 134) зміна повітряного потоку забезпечує рівномірний розподіл вороху по решетах навіть на схилах та, відповідно, якісне очищення зерна.

У конструкції комбайна серії «Lexion» фірми «Claas» також приділено значну увагу подальшому вдосконаленню системи очищення зерна.



Рис. 4.16. Автоматичне регулювання потоку повітря від вентилятора під час руху комбайна на схилах

Застосування багатосекційних вентиляторів забезпечує рівномірний розподіл повітря на всій площі решет (рис. 4.17).

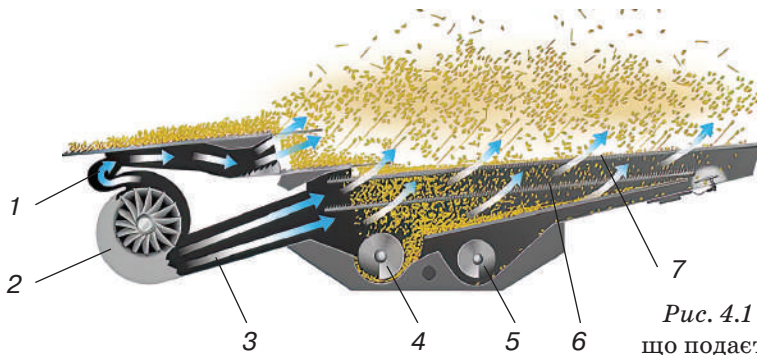


Рис. 4.17. Розподіл повітря, що подається на решета вентилятором, в очисній системі «Jet Stream» комбайна «Claas Lexion 700»:

- 1 — повітряний потік на ворох, що сходить зі стрясної дошки; 2 — багатосекційний вентилятор; 3 — повітряний потік на верхню та нижню решета; 4 — зерновий шнек; 5 — колосовий шнек; 6 — нижнє решето; 7 — верхнє решето



На таких комбайнах один потужний вентилятор 2 створює два потоки повітря: один спрямовується на потік вороху, що сходить зі стрясної дошки, а інший — безпосередньо на решета. Решета й стрясна дошка — секційні, складаються з двох повздовжніх частин. Це дає змогу знімати секції решет зі стрясної дошки для очищення їх від рослинних решток, що налипають під час роботи на вологих і забур'яненних зернових культурах, а також під час збирання кукурудзи та рису. У разі використання такої системи втрати зерна в полові не перевищують 0,23 %.

У комбайнах «Case» серії AF 2388, AFX 8019 очищення вороху здійснюється на двох решетах за допомогою повітряного потоку від вентилятора зі спеціальним профілем лопатей. Рівномірність потоку повітря забезпечується тим, що воно втягується не з боків, як у вентиляторах традиційних комбайнів, а через усю відкриту зону лопатей.

У класичних комбайнах фірми «Massey Ferguson» застосовують досить просту за конструкцією, але високопродуктивну систему очищення зерна (рис. 4.18). Стрясна дошка має високі розподільники вороху, які зводять до мінімуму рух зерна поперек під час роботи комбайна на схилах.

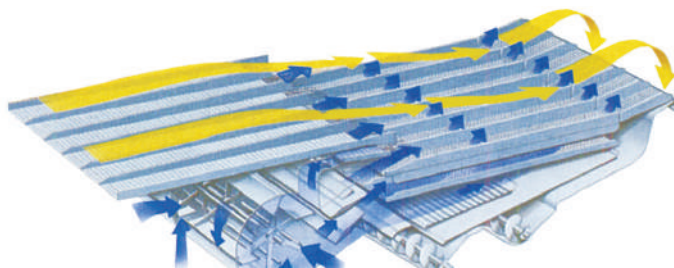


Рис. 4.18. Система очищення зерна в комбайнах фірми «Massey Ferguson»

Оригінальне технічне рішення реалізувала компанія «Claas». Під час роботи комбайна «Мега» на схилі гідравлічний механізм додатково забезпечує решету поперечні коливання, спрямовані протилежно до напрямку ухилу, до того ж інтенсивність рухів решет регулюється автоматично залежно від крутизни схилу. Стабільність роботи такої системи очищення гарантована на схилах крутизною до 20 %. Ця система має назву 3D (рис. 4.19).

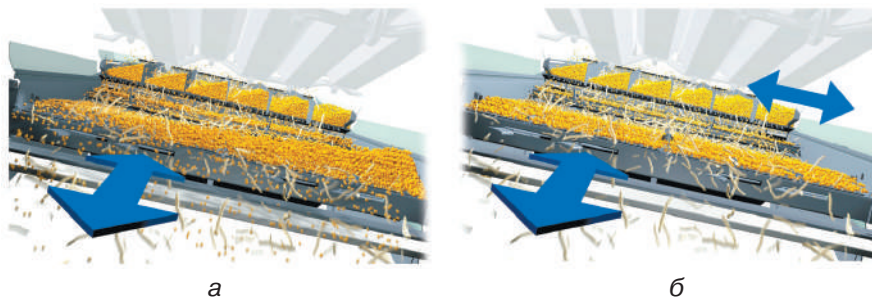


Рис. 4.19. Система рівномірного заповнення решет 3D:  
а — без використання 3D; б — з використанням 3D



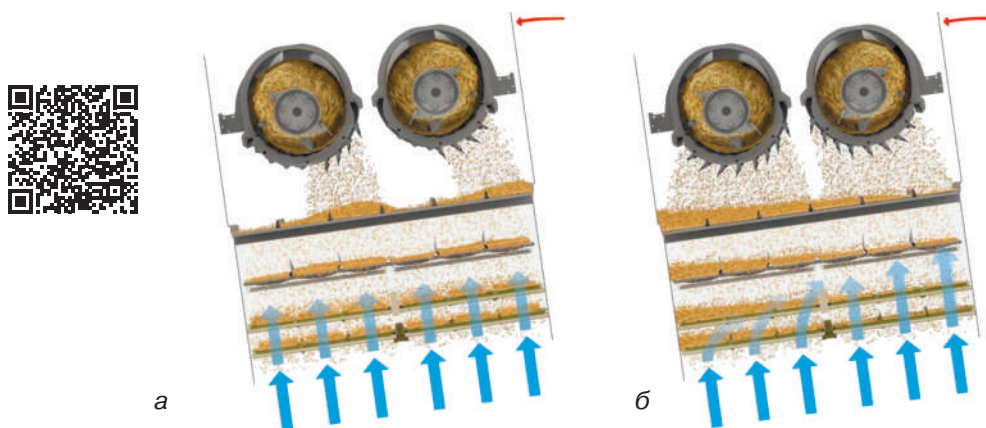


Рис. 4.20. Робота системи рівномірного заповнення решет:  
 а — з використанням 4D; б — без використання 4D

Значно підвищує ефективність роботи комбайна «Lexion» 700-ї серії інноваційна система очищення зерна 4D (рис. 4.20). Технологія 4D має дві складові: систему управління заслінками молотильно-сепарувального ротора залежно від схилу й автоматичну систему управління вентилятором (вентилятор із гідравлічним варіатором автоматичного регулювання швидкості обертання та подвійним потоком для попереднього очищення). Автоматичне підлаштування під рівень поперечного й подовжнього ухилу, а також під оптимальне завантаження системи очищення підвищує якість її роботи й дає змогу працювати навіть на найскладнішому рельєфі.

Проблема поліпшення роботи системи очищення на схилах вирішується також іншими шляхами. Більшість фірм («John Deere», «Fendt», «Massey Ferguson», «Deutz-fahr», «Claas» та ін.) практикує поперечне вирівнювання всього корпусу комбайна (рис. 4.21) шляхом вертикального переміщення за допомогою гідроциліндрів рухомих бортових редукторів, які змінюють своє положення так, щоб молотарка комбайна завжди знаходилася горизонтально під час роботи поперек схилів крутизною до 20 %, а вздовж — до 8 %. Про це більш детально йдеться в наступних розділах.



Рис. 4.21. Поперечне вирівнювання корпусу комбайна «Claas» на схилі

### 4.5. Домолочувальний пристрій

Щоб розвантажити МСП та уникнути подрібнення зерна, що надходить у немолочених колосках із решет очищення, у комбайнах додатково використовують спеціальний обмолочувальний пристрій.

Він має домолочувальний барабан 7 (рис. 4.22) і нерухому теркову поверхню 6, які розміщені в корпусі. Вал ротора приводиться в рух через клинопасову передачу від валу відбійного бітера.

Під час роботи комбайна маса, що надходить із системи очищення за допомогою колосового шнека і колосового елеватора, домолочується й далі розподільним шнеком оброблений ворох подається на стрясну дошку молотарки, де очищується разом з основним потоком зерна (рис. 4.23).

Для постійного відстеження якості обмолочення, а також швидкого й простого реагування на зміну умов збирання врожаю на комбайнах «Fendt» використовують камеру контролю домолочення (рис. 4.24, с. 138). Вона в реальному часі самостійно виконує автоматичні регулювання, щоб підтримувати попередньо заданий рівень продуктивності.

Така система безпосередньо пов'язана із системою регулювання швидкості збирання врожаю комбайном. Якщо параметри не дають змоги досягти потрібної продуктивності, швидкість комбайна знижується. За поліпшення умов збирання швидкість руху комбайна зростає.

Усі моделі «Lexion» компанії «Claas» можуть оснащуватися пристроєм «Grainmeter», який контролює рівень наповнення та структуру маси, що надходить на домолочування, і дає змогу встановлювати оптимальні налаштування комбайна. Завдяки електронному відображенню рівня наповнення 1 (рис. 4.25, с. 138) та якості маси в системі

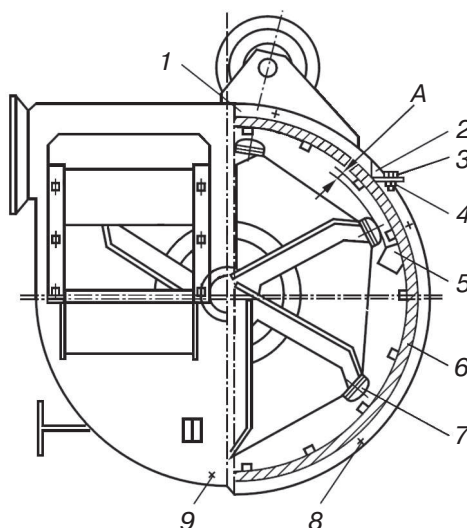


Рис. 4.22. Домолочувальний пристрій комбайна КЗС-9-1 «Славутич»:

1 — обичайка; 2 і 9 — осі; 3 — болт; 4 і 8 — гайки; 5 — лючок; 6 — теркова поверхня; 7 — домолочувальний барабан; А — регульований зазор (2–12 мм)

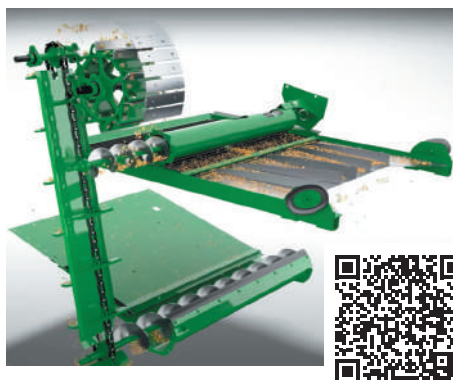


Рис. 4.23. Домолочувальний пристрій комбайна «John Deere» серії S700



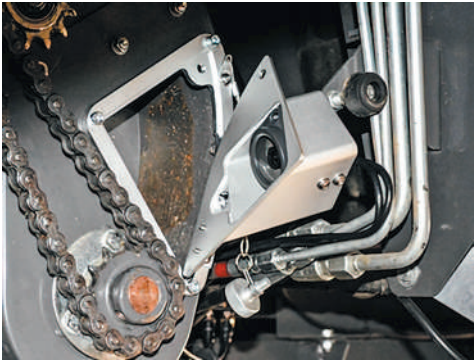


Рис. 4.24. Камера контролю домолочування комбайнів «Fendt»

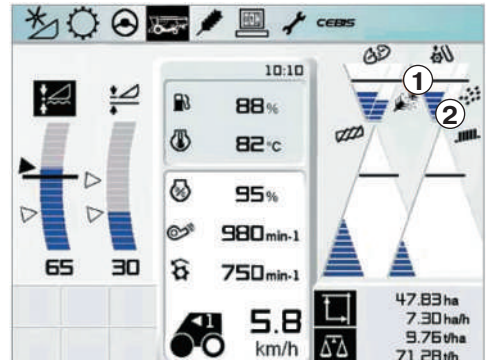


Рис. 4.25. Монитор системи CEBS:

- 1 — індикатор рівня наповнення;
- 2 — маса зерен, що надходять на домолочування

CEBIS можна переглядати масу зерен 2, що надходять на домолочування. Ці дані дають змогу механізатору самостійно або за допомогою системи SEMOS оптимізувати налаштування машини, щоб повністю використати потенціал комбайна.

#### 4.6. Загальні поради з налаштування системи очищення

Через різноманітність особливостей та біологічного стану сільськогосподарських культур та умов збирання неможливо дати точні рекомендації з регулювання системи очищення комбайна. Однак при налагодженні повітряно-решітного сепаратора потрібно дотримуватися таких основних положень.

Жалюзі верхнього решета відкривають так, щоб основна маса зерна виділялася на 2/3 довжини решета.

Ступінь відкриття жалюзі подовжувача має забезпечувати повне виділення немолочених колосків. При цьому треба враховувати, що надмірне відкриття жалюзі подовжувача сприяє просіюванню великої кількості незернової частини вороху, що може призвести до забивання колосових шнеків та елеваторів. Кут нахилу подовжувача має бути таким, щоб ворох, який рухається по решету, не накопичувався біля переходу від верхнього решета до подовжувача.

Відкриття жалюзі на нижньому решеті регулюють так, щоб сепарація відбувалася по всій його довжині.

**Не рекомендовано** збільшувати розкриття жалюзі на нижньому решеті настільки, щоб усе зерно виділялося на початку решета або навіть на 2/3 його довжини, тому що при такому режимі роботи зерно в більшості випадків міститиме значну частину домішок. Однак не треба допускати великого сходження вільного зерна в колосовий шнек, оскільки це зазвичай підвищує втрати вільним зерном у соломі та збільшує дроблення зерна.

Для поліпшення сепарації зерна на решетах треба застосовувати більші оберти вентилятора. Однак інтенсивність обдування решет не

має призводити до винесення повітряним потоком щуплого й дробленого зерна в лоток половонабивача та копнувача.

Правильно відрегульована система очищення комбайна має відповідати таким основним вимогам:

1) втрати вільним зерном і необмолоченим колосом у сходженні з очищення не перевищують 0,3 %;

2) чистота зерна, що надходить у бункер, на збиранні незасмічених хлібів — не нижче 97 %;

3) маса, що надходить у колосовий шнек, містить мінімальну кількість обмолоченого зерна.

На сучасних комбайнах використовуються автоматичні системи, які здатні дистанційно встановлювати оптимальні параметри роботи очищення, задані оператором та керовані інтелектуальними системами. На прикладі моделі «Trion» компанії «Claas» розглянемо використання автоматичних систем і систем допомоги оператору з лінійки «Cemos Automatic» та «Cemos Dialog». Вони не тільки підвищують продуктивність, а й оптимізують ефективність та якість обмолочення, знижуючи навантаження на оператора.

Функція «*Auto Crop Flow*» виявляє піки навантаження на первинному та вторинному ступенях сепарації, а також двигуна, і, якщо потрібно, знижує потік хлібної маси, яка надходить у молотильний агрегат.

«*Cruise Pilot*» автоматично контролює шляхову швидкість відповідно до одного з трьох попередньо вибраних режимів: круїз-контроль для постійної швидкості руху, постійна пропускна здатність для постійного завантаження всіх ключових вузлів навіть за різко змінних умов збирання врожаю та максимальна пропускна здатність із контролем втрат для стабільного обмолочення на межі продуктивності машини.

Функція автонахилу регулює швидкість обертання вентилятора на основі подовжнього нахилу комбайна на схилах, щоб ефективність очищення залишалася стабільною.

«*Cemos Auto Cleaning*»: швидкість обертання вентилятора й отвори верхнього та нижнього решет автоматично регулюються відповідно до змінних умов обмолоту.

«*Cemos Auto Threshing*»: зазор підбарабання та швидкість молотарки APS автоматично регулюються залежно від умов обмолочення.

«*Cemos Auto Separation*»: ця функція комбайна «Trion» із системою обмолочення «APS Hybrid» автоматично регулює швидкість ротора та положення його заслінок відповідно до змінних умов збирання.

#### **Регулювання роторного комбайна або гібрида**

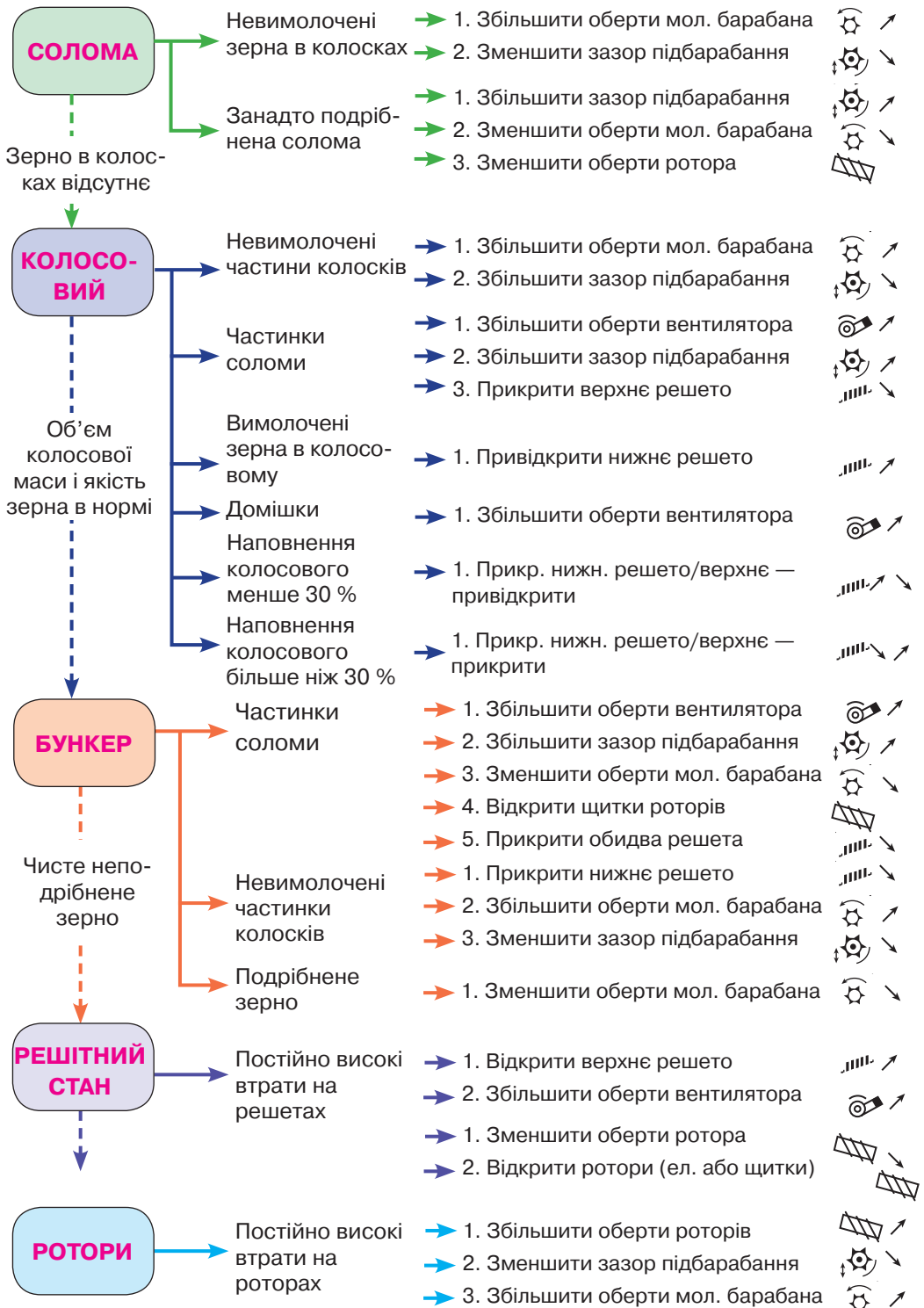
1. Вибрати на бортовому комп'ютері відповідну сільськогосподарську культуру (контроль молотильного сегмента, положення щитків вентилятора).

2. Чекати, доки машина прийме запрограмовані налаштування.

3. Проїхати 150–200 м зі швидкістю 4–5 км/год.

4. Проконтролювати.

### Регулювання роторного комбайна або гібрида



### Регулювання клавішного комбайна



**Увага!** За потреби регулювання потрібно змінювати лише одну керівну дію, потім продовжити рух і спостерігати результат, перш ніж змінювати іншу величину!

#### 4.7. Транспортувальні пристрої молотарки

Транспортувальні пристрої молотарки — зерновий шнек, зерновий елеватор, колосовий шнек і колосовий елеватор (рис. 4.26) — виконують безперервну подачу в бункер очищеного зерна, а в домолочувальний пристрій — недомолоченої колосової фракції.

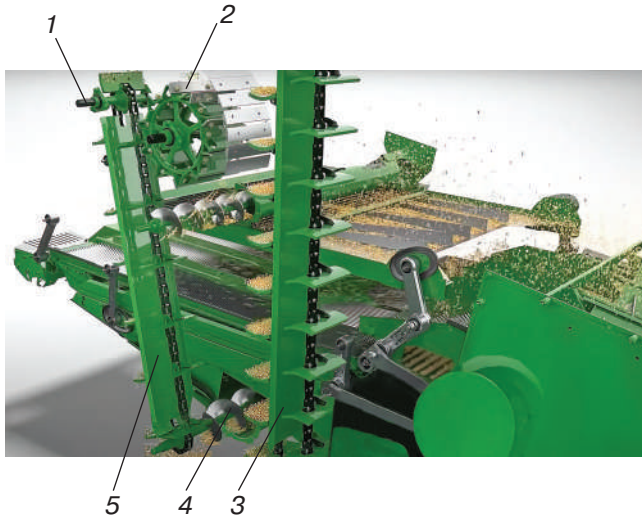


Рис. 4.26. Колосовий та зерновий елеватори очищення комбайна «John Deere» серії S700:

- 1 — шарикові підшипники;
- 2 — домолочувальний пристрій;
- 3 — зерновий елеватор;
- 4 — колосовий шнек;
- 5 — колосовий елеватор

Зерновий та колосовий шнеки встановлено в жолобах загального корпусу, що має дві горловини для кріплення нижніх головок елеваторів. Вали шнеків спираються на шарикові підшипники. Одним із кінців вони за допомогою фланцевих корпусів закріплені на кришках лючків корпусу, іншими спираються на підшипники, що знаходяться в нижніх головках елеватора.



Рис. 4.27. Транспортні пристрої подання зерна в бункер комбайна «John Deere» моделі 9870 STS

На валах шнеків і кришках лючків встановлено датчики лічильників частоти обертання. У жолобах шнеків розташовано два люки, які закриваються кришками. Зерновий шнек має праве навивання, а колосовий — ліве. Обидва шнеки приводяться через ланцюги елеваторів за допомогою закріплених на валах зірочок.

**Зерновий елеватор** (рис. 4.27) розташований праворуч молотарки комбайна. Його верхня головка з'єднана з похилим (завантажу-



вальним) шнеком бункера, а нижня — з горловиною зернового шнека.

У верхній та нижній (рис. 4.28) головках елеватора на шарикопідшипниках встановлено вал із зіркою. Щоб можна було натягувати ланцюг елеватора, корпуси їхніх верхніх підшипників закріплено на пластинах, які мають змогу переміщуватися при обертанні регульовальних гайок у напрямних корпусу.

Нижня головка спирається на кільце горловини корпусу та з'єднана з ним хомутом. На зірочках, змонтованих на нижній і верхній головках елеватора, встановлено ланцюг із приклепаними до нього формованими прогумованими скребками.

Для визначення врожайності кількість зерна, яке пройшло через елеватор, підраховує *квантиметр*. Для коректного визначення маси зерна потрібно регулярно калібрувати зазначену систему безпосередньо з кабіни відповідно до інструкцій. Система також містить параметри, необхідні для обліку площі: ширина жатки, калібрувальний пробіг для шин, встановлення робочого обладнання.

Світловий місток (рис. 4.29) у зерновому елеваторі вловлює рівень заповнення скребків елеватора зерном, а отже, електронний модуль



Рис. 4.28. Зерновий шнек і нижня частина елеватора комбайна «John Deere»

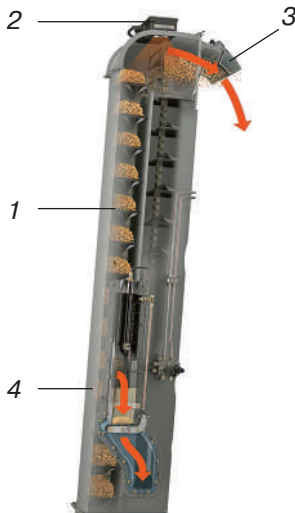


Рис. 4.29. Зерновий елеватор із датчиками врожайності та вологості зерна:

1 — елеватор; 2 — камера якості зерна; 3 — квантиметр вимірювання врожайності; 4 — датчик вимірювання вологості

може підрахувати обсяг зерна, який надійшов у бункер, використовуючи вихідні дані елеватора. Оскільки залежно від нахилу комбайна заповнення скребків елеватора змінюється і в подовжньому, і в поперечному напрямку, сигнали від датчика нахилу також впливають на результат обчислення.

Для отримання об'єктивних даних про зібраний урожай потрібно також урахувати вологість зерна, яку вимірюють за допомогою датчика вологості. Оскільки таке вимірювання не може бути зроблено під час руху зерна, то для цього існує спеціальна контрольована кишеня, яка виконує регулярне вимірювання вологості зерна. Вона обладнана інтегрованим вологоміром, який бере зразки зерна, визначає їхню вологість і повертає назад.

Уся отримана квантиметром інформація відображається на терміналі SEBIS, який використовують на комбайнах компанії «Claas». Або ж за допомогою GPS визначають координати й дані записують на карту пам'яті (якщо встановлено необхідне обладнання для картування). Ці дані можуть бути використані для оптимізації системи землеробства.

На комбайнах інших виробників також застосовують подібні системи. Так, наприклад, на комбайнах «New Holland» датчик вимірює вологість зерна в режимі реального часу (рис. 4.30). Зразки аналізуються кожні 30 секунд, а дані передаються на монітор. Оператор постійно отримує інформацію й може адаптувати параметри машини до стану зерна.

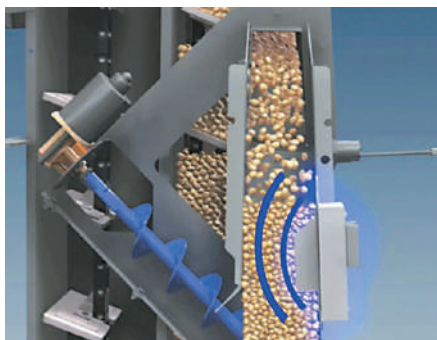


Рис. 4.30. Датчик вимірювання вологості зерна комбайнів «New Holland»

Крім того, на комбайнах «New Holland» встановлюють високоточний датчик урожаю (рис. 4.31), який, незалежно від виду, сорту або вмісту вологи в зерні, виконує надзвичайно точні вимірювання врожаю. Його калібрування здійснюють тільки раз на сезон, після чого система автоматично підлаштовується під культури й умови, що змінюються.

На комбайнах «Axial-Flow®» серії 250 на замовлення встановлюють систему автоматизації «AFS Harvest

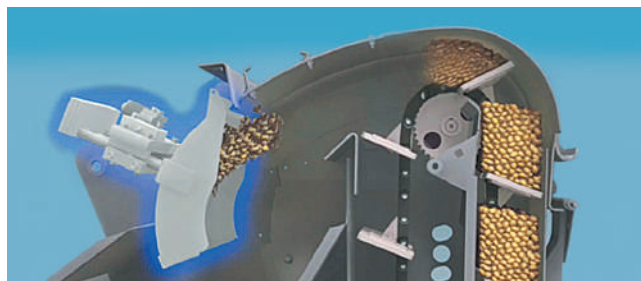


Рис. 4.31. Датчик вимірювання урожаю комбайнів «New Holland»

Command™», складовою якої є камера якості зерна (рис. 4.32). Ця система аналізує зразки зерна й забезпечує зворотний зв'язок для автоматичної оптимізації налаштувань обмолоту та системи очищення. Вона розпізнає біте зерно, а також визначає його чистоту.

**Колосовий елеватор** (рис. 4.33) розташований, як правило, із лівого боку молотарки та має будову, подібну до зернового елеватора.

**Бункер** слугує для накопичення очищеного зерна, яке подається зерновим елеватором, і завантаження його в транспортний засіб. Бункер утворений зварним корпусом 3 (рис. 4.34) і збірно-розбірним верхнім пристроєм, що складається з поворотних



Рис. 4.32. Камера якості зерна комбайна «Axial-Flow®» серії 250

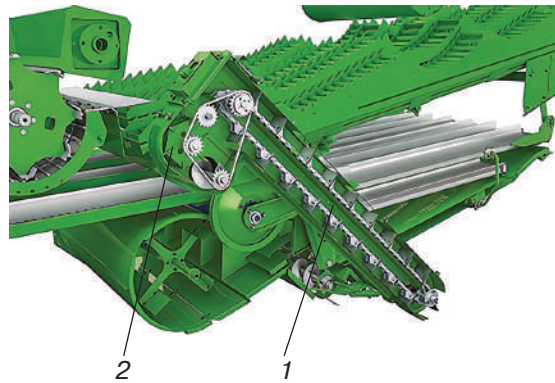


Рис. 4.33. Подання недомолочених колосків у домолочувальний пристрій комбайна:

- 1 — колосовий елеватор;
- 2 — домолочувальний пристрій

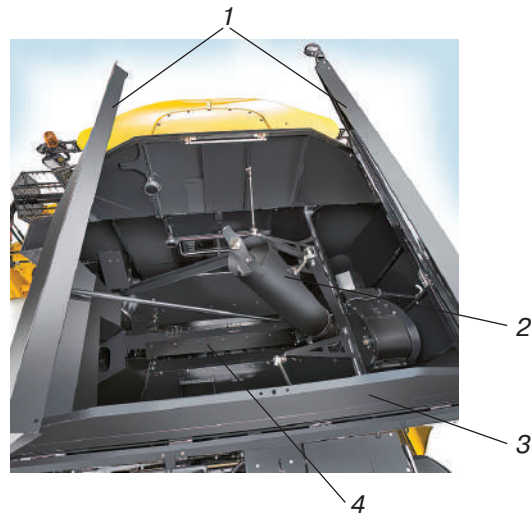


Рис. 4.34. Бункер комбайна «New Holland» СН 7.70:

- 1 — поворотні боковини;
- 2 — завантажувальний шнек;
- 3 — корпус; 4 — горизонтальний вивантажувальний шнек зі щитками



Рис. 4.35. Тензодатчики для визначення маси намолоченого зерна в зерновому бункері комбайна «John Deere» серії S

боковин 1, вставних секторів і секцій та даху, що трансформуються.

У корпусі бункера встановлено горизонтальний вивантажувальний шнек зі щитками 4, вібратор вивантаження бункера, похилий (завантажувальний) шнек 2 і вивантажувальний поворотний шнек, що має змогу повертатися на  $90^\circ$  без порушення герметичності (на рисунку не показаний). Вивантажувальні

шнеки приводять у дію через контрпривід і вмикають із кабіни за допомогою механічного або гідравлічного привода (гідроциліндра).

На комбайнах у бункері можуть установлювати *тензодатчики*, що визначають масу намолоченого зерна (рис. 4.35). Програмне забезпечення контролера в датчику вологості порівнює дані тензодатчика зернового бункера з даними датчика врожайності та коригує калібрування, щоб підвищити точність вимірювання в режимі реального часу та звести до мінімуму помилку.

Механізм увімкнення вивантажувального пристрою бункера регулюють так, щоб при повністю висунутому штоку паси відходили від шківів, виключаючи передачу потужності.

Для спостереження з кабіни за заповненням і вивантаженням зерна на передній боковині корпусу бункера є засклеєне оглядове вікно. Автоматичний контроль заповнення бункера зерном ведеться за допомогою сигналізаторів. При заповненні  $3/4$  об'єму бункера вони вмикають миготливу фару та сигнали в кабіні, що попереджають про необхідність вивантаження зерна.

Вивантаження бункера здійснюється вивантажувальним шнеком (рис. 4.36).

Швидкість вивантаження регулюють перестановкою щитків у нижній частині бункера, змінюючи розмір вхідної щілини до горизонтального шнека. З появою ознак перевантаження приводу шнека (нагрів і підгоряння пасів) зменшують вхідну щілину, щоб усунути пробуксовування пасової передачі в процесі вивантаження зерна.

У транспортному положенні похилий шнек вивантаження спирається кожухом на захват, закріплений на панелі молотарки (рис. 4.37). Для вивантаження зерна шнек відводять убік за допомогою гідроциліндра. Не можна допускати тривалої роботи комбайна з відведеним убік вивантажувальним шнеком.

Для прискорення вивантаження вологого зерна слугує гідравлічний вібратор, з'єднаний із вібролистом. Вібратор забезпечує вібролистові



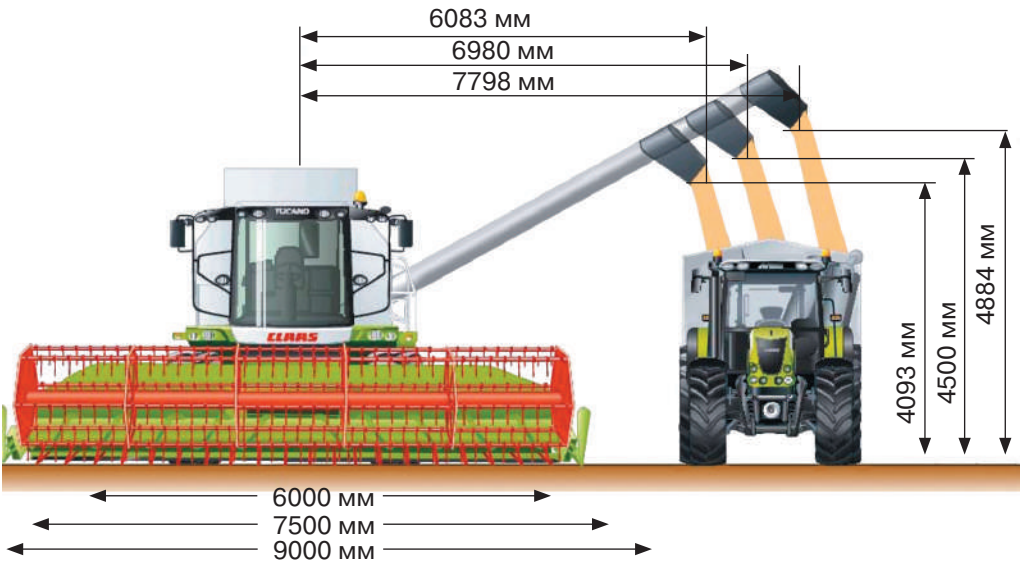
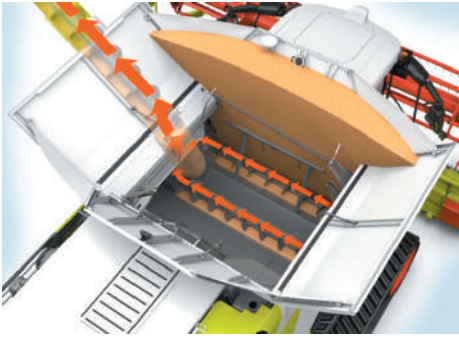


Рис. 4.36. Вивантаження зерна з бункера комбайна

Рис. 4.37. Зменшення габаритних розмірів комбайна «Claas» при транспортних переїздах шляхом подвійного складання вивантажувального шнека





коливання з високою частотою, від якого вони передаються шару зерна, яке лежить на ньому, попереджаючи зліплювання вологої зернової маси та створюючи тим самим умови для стабільного подання зерна до горизонтального вивантажувального шнека.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть призначення системи очищення зерна в комбайнах. З яких основних агрегатів вона складається та яке їхнє призначення?
2. Проаналізуйте процес очищення зерна в комбайні. Що є причиною неякісного очищення зерна та втрат зерна з половиною?
3. Поясніть, для чого в жалюзійних решетах регулюють зазор. До яких наслідків призведе порушення оптимальних регулювань зазорів у верхньому решеті та його подовжувачі?
4. Проаналізуйте вплив регулювання нижнього решета на якість сепарації зерна. У яких випадках потрібно збільшити в ньому зазори?
5. Поясніть призначення вентилятора, його будову й особливості приводу. Як зміна величини повітряного потоку, створюваного вентилятором, впливає на якість роботи системи очищення та втрати зерна.
6. Поясніть призначення та будову елеваторів і домолочувального пристрою. Проаналізуйте причини надходження значної кількості недомолочених колосків у домолочувальний пристрій.
7. Проаналізуйте особливості систем очищення сучасних зернозбиральних комбайнів.
8. Поясніть необхідність установлення додаткового решета на стрясній дошці. Проаналізуйте переваги його застосування.
9. Самостійно знайдіть інформацію про комбайни, у яких використовуються системи очищення 3D і 4D. Поясніть, як забезпечується висока якість очищення таких систем під час роботи комбайнів на схилах.
10. *Виконайте тестове завдання.*

Якщо в полові значна кількість щуплого зерна, потрібно

- А** збільшити частоту обертання молотильного барабана
- Б** зменшити частоту обертання молотильного барабана
- В** збільшити повітряний потік, створюваний вентилятором (збільшити частоту його обертання)
- Г** зменшити повітряний потік, створюваний вентилятором (зменшити частоту його обертання)

## Розділ 5

### ПРИСТРОЇ ДЛЯ РОБОТИ З НЕЗЕРНОВОЮ ЧАСТИНОЮ ВРОЖАЮ

Незернова частина основних зернових і зернобобових культур має два різні за фізико-механічними властивостями компоненти: соломі та полові.

Стебла збираної соломи хаотично зорієнтовані в просторі, частково переплутані між собою, а довжина їх варіює в межах 0,3–1,5 м. При густоті стеблостою рослин близько 300 стебел на квадратний метр і ширині захвату жатки 8–9 м їхня кількість, що припадає на одиницю площі поля на виході з комбайна, збільшується в 5–6 разів. У спушеному стані стебла утворюють валок, який не дає змоги без попереднього видалення соломи з поля використовувати ґрунтообробні й посівні машини.

Полова складається з дрібних частинок, які зазвичай не перешкоджають виконанню подальших технологічних операцій.

#### 5.1. Технології утилізації незернової частини врожаю

Технологія оброблення незернової частини врожаю (НЧВ) залежить від її подальшого використання та прийнятої в господарстві агротехніки.

Розрізняють такі технології збирання незернової частини врожаю.

**Збирання в копиці (рис. 5.1).** Для цього комбайни обладнують копнувачами, які складають незернову частину врожаю в копиці, а потім соломі та полові збирають копицевозами чи волокушами.

Цей спосіб передбачає невисокі затрати праці під час збирання, проте втрачається багато полови, затримується підготовка поля до подальшої обробки, та й наступні вантажно-розвантажувальні й транспортні операції досить трудомісткі. Крім того, керування відкриттям копнувача додатково ускладнює керування комбайном.

Використання високопродуктивних рулонних і тюкових прес-підбирачів зробило застосування зазначеної технології в XXI ст. безперспективною. Тому копнувачі нині збереглися (як додаткова опція) тільки в комбайнах «Vector 410/420», а також на застарілих моделях, які досі перебувають в експлуатації.



Рис. 5.1. Збирання всієї НЧВ у копиці

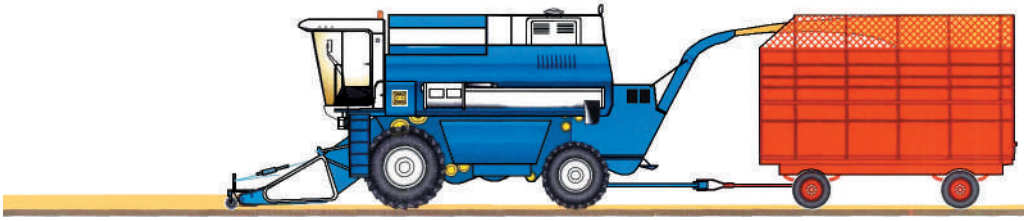


Рис. 5.2. Збирання подрібненої НЧВ у причеп

*Збирання полови разом з подрібненою соломом в причепи (рис. 5.2),* приєднані до комбайна, дає змогу забезпечити потокове збирання всього врожаю, зменшує втрати полови й соломи, швидко звільняє поля для подальших робіт. До недоліків цієї схеми належать: зниження продуктивності комбайна внаслідок часті зміни причепів; збільшення навантаження на трансмісію; витрата частини потужності двигуна на буксирування причепа; значна запиленість робочого місця комбайнера. Водночас підвищується кількість транспортних засобів, необхідних для транспортування НЧВ. Технологія помітно програє рулонному способу видалення соломи з поля як за затратами праці, так і за собівартістю. Крім того, зменшується продуктивність комбайна. Тому в останні роки від неї майже повністю відмовилися.

*Збирання в причеп тільки полови або тільки соломи (а інша складова подрібнюється та розкидається по полю) (рис. 5.3)* у цілому знижує засміченість полів, оскільки частково насіння бур'янів, зібране комбайном, вивозять із полів. Крім того, спрощується та прискорюється подальше оброблення полів за рахунок розкидання подрібненої маси. Ґрунт із заробленою в нього соломом чи половом не тільки удобрюється, а й розпушується. Проте, оскільки наявність причепа, у який збирається НЧВ, знижує продуктивність комбайна та збільшує енерговитрати, таку технологію нині використовують дуже рідко.

*Валкова технологія (рис. 5.4)* передбачає формування комбайном валків із цілої або частково подрібненої соломи. Далі укладені на поле валки підбирають машини (підбирачі-напівпричепа, рулонні чи тюкові

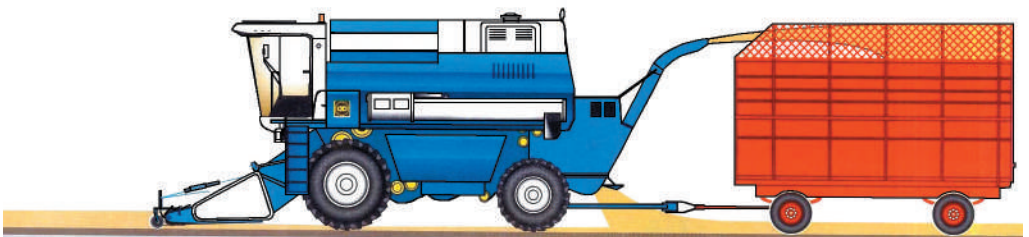


Рис. 5.3. Одночасне збирання соломи в причеп і розкидання полови по полю



Рис. 5.4.  
Укладання НЧВ у  
валки

преси), які використовують також для збирання сіна. Валкова технологія, на відміну від попередніх, не вимагає збільшення потужності двигуна на утилізацію НЧВ і полегшує роботу комбайнера. Крім того, конструкція комбайна значно спрощується, оскільки не потрібні соломонабивачі, подрібнювачі й інші додаткові пристрої.

Зазначений спосіб збирання оптимальний у разі застосування високопродуктивних комбайнів, які укладають валки з підвищеною масою соломи на метр довжини валка.

**Подрібнення соломи та полови з подальшим розкиданням по полю (рис. 5.5).** Оскільки в основних зонах товарного виробництва зерна спеціалізовані господарства зазвичай не займаються тваринництвом, то солома їм не потрібна й вони не видаляють її з поля. У зв'язку із цим у конструкції комбайнів передбачено можливість її подрібнення та рівномірного розподілу по полю. Така технологія забезпечує значне зниження енерговитрат комбайна. А рівномірний розподіл дрібних рослинних решток по всій поверхні поля дає змогу не тільки забезпечити стабільну



Рис. 5.5. Розкидання  
подрібненої соломи та  
полови по полю

роботу комплексу ґрунтообробних і посівних машин при мінімальній та нульовій системах оброблення, а й зберігає вологу за рахунок мульчі та підвищує родючість ґрунту.

Нині цей спосіб найчастіше використовують українські та зарубіжні аграрії.

Деякі комбайни, як-от КЗС-9-1 «Славутич», комплектують копнувачем, подрібнювачем або капотом.

### 5.2. Копнувач комбайна

На комбайнах використовують навісний гідрофікований копнувач, призначений для збирання та періодичного вивантаження на ходу комбайна копиць соломи масою 250–350 кг. Це камера місткістю 11–14 м<sup>3</sup>, навішена на корпус молотарки й обладнана подавачами грабельного типу для заповнення та підпресування соломи та полови; механізмом вивантаження копиці; елементами електрогідравліки для автоматичного скидання копиці при випадкових перевантаженнях і закриття камери після кожного вивантаження.

Технологічний процес створення та розвантаження копиці відбувається в такий спосіб. Солому, яка сходить із клавіш соломотряса 2, захоплюють граблини соломонабивача 3 (рис. 5.6) і подають окремими порціями в камеру копнувача. Ця зона зверху обмежена консольними планками, а знизу — днищем 9 і пальцями 8.

Полова з очищення надходить на лоток і потім подається в камеру копнувача половонабивачем 1, який діє так само, як і соломонабивач, тільки не має зони підпресування. Пружність полови значно менша, ніж соломи, і її стан після дії граблини половонабивача істотно не змінюється.

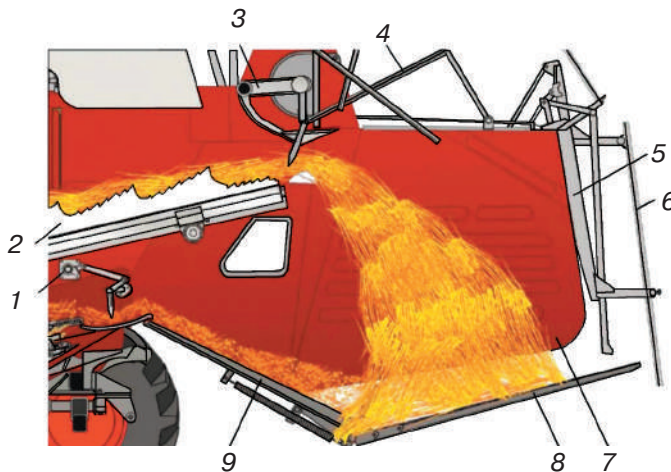


Рис. 5.6. Технологічний процес роботи копнувача:

1 — половонабивач; 2 — соломотряс; 3 — соломонабивач; 4 — куліса; 5 — нижній брус клапана; 6 — клапан; 7 — боковина; 8 — палець; 9 — днище



При заповненні копнувача штанга датчика піднімається вгору, далі спрацьовує безконтактний датчик, що сигналізує комбайнеру про заповнення камери. За командою комбайнера приводиться в дію механізм розвантаження. При цьому відкривається клапан 6, днище 9 повертається навколо осі шарнірної підвіски на боковинах корпусу, шарнірні пальці 8 днища опускаються на стерню й при переміщенні комбайна відбувається розвантаження копиці під дією власної ваги. Полова просипається на землю крізь просвіти між пальцями в передню частину копиці. Після вивантаження копиці днище й клапан копнувача автоматично повертаються у вихідне положення.

Для фіксації клапана в закритому положенні встановлено з'яскочки, які можуть бути відкриті тільки при включенні гідроциліндра керування з кабіни комбайнером або автоматом аварійного скидання копиці. Клапан закривається автоматично за допомогою гідроциліндрів.

Датчики заповнення копнувача спрацьовують за двох рівнів його заповнення. Спочатку надходить сигнал про необхідність вивантаження копиці, а потім, якщо комбайнер з якоїсь причини не відреагував на сигнал, допустивши надмірне заповнення копнувача, за командою іншого датчика включається автомат аварійного скидання копиці.

При регулюванні положення клапана встановлюють загальну довжину тяг так, щоб гак з'яскочки вільно надягався на зачіп клапана. А підпружинений штовхач при закритому копнувачеві має натискати кнопку кінцевого вимикача.

Положення днища регулюють при закритому копнувачеві, коли клапан опущений. Зміною довжини тяг установлюють зазор між задньою кромкою лотка половонабивача й днищем у межах 10–40 мм.

### 5.3. Подрібнювач-розкидач соломи та полови

Якщо соломі вносять у ґрунт, на комбайнах використовують подрібнювач соломи та приставку для розкидання її по полю.

Принципова схема подрібнювача-розкидача соломи в більшості зернозбиральних комбайнів подібна (рис. 5.7, с. 154).

Основою подрібнювача є подрібнювальний барабан 3 із горизонтальною віссю обертання. Вал барабана встановлено в підшипниках, змонтованих у корпусах, закріплених на бічних стінках капота 1 (на схемі не показано). На одному з виходів валу змонтовано ведений шків клинопасової передачі (рис. 5.8, с. 154), а на другому — індукційний датчик для контролю частоти обертання подрібнювального барабана.

Барабан складається з розміщених на його валу поперечин 27 (рис. 5.7, с. 154), зміщених на 180°. На кінцях поперечин 27 за допомогою осей 26 шарнірно закріплено ножі 25 молоткового типу (по два на кожному кінці). Найчастіше на подрібнювальному барабані 3 закріплюють чотири ряди парних ножів. Кожна пара ножів взаємодіє з відповідним протиризом 19, нерухомо закріпленим на ножовому брусі 20. Різаль-

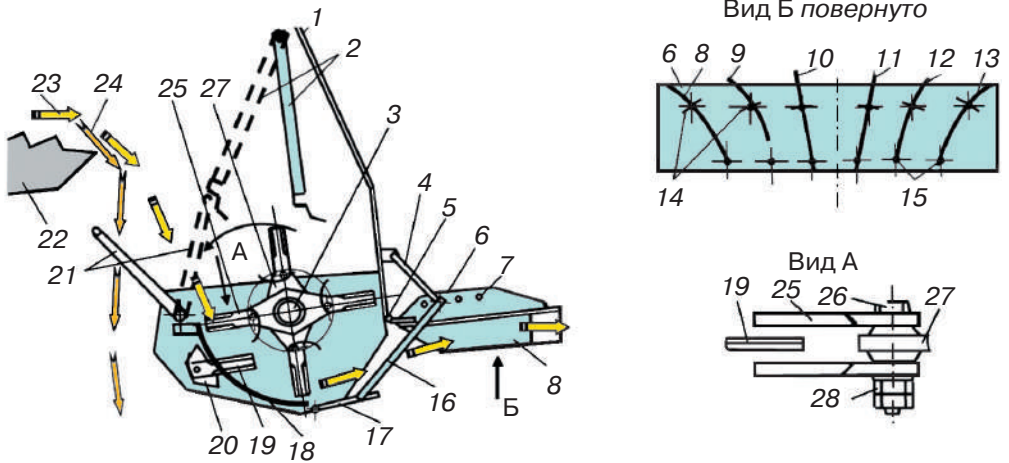


Рис. 5.7. Принципова схема подрібнювача-розкидача комбайна:

1 — капот; 2, 17, 21 — щитки; 3 — подрібнювальний барабан; 4, 16 — розтяжки; 5 — вісь повороту розкидача; 6 — розкидач; 7 — регулювальні отвори; 8–10 — напрямні праві; 11–13 — напрямні ліві; 14 — регулювальні пази; 15 — осі кріплення напрямних; 18 — днище; 19 — протирізальний ніж; 20 — ножовий брус; 22 — клавиша соломотряса; 23, 24 — солома, що надходить до подрібнювача чи у валок; 25 — ніж; 26 — вісь ножа; 27 — поперечина; 28 — гайки

на частина ножів має однобічне заточення як робочої, так і тильної кромки, що дає змогу міняти їх місцями в разі затуплення, подвоюючи в такий спосіб ресурс.

Технологічний процес подрібнення та розкидання по полю соломи й полови показано на *рисунку 5.9*.

Для зон, де практикують мінімальний обробіток ґрунту, потрібно більш ретельне подрібнення соломи, тому, наприклад, у комбайнах «MF 7200» ножі розміщено на барабані у вісім рядів. Крім того, у багатьох зарубіжних комбайнів різальні кромки ножів виконано з насічкою,

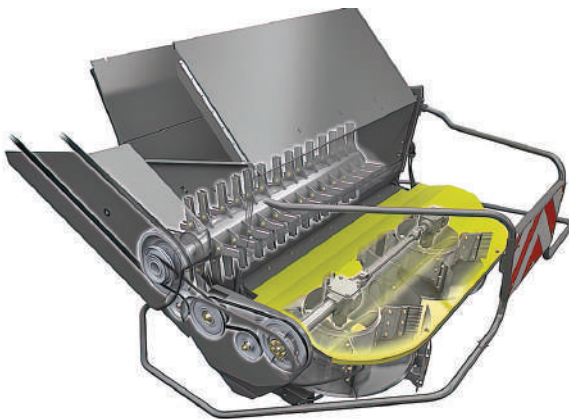


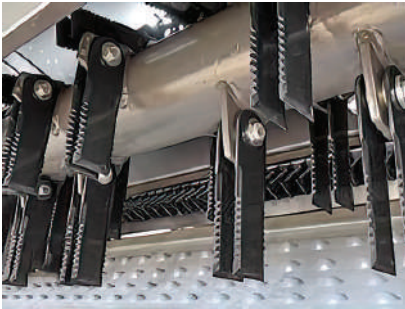
Рис. 5.8. Привід подрібнювача-розкидача клинопасовими передачами



Рис. 5.9. Технологічний процес подрібнення та розкидання по полю соломи й полови

а фірма «Claas» наплавляє різальні кромки карбідом вольфраму, що забезпечує їхнє самозаточування та суттєво подовжує термін служби.

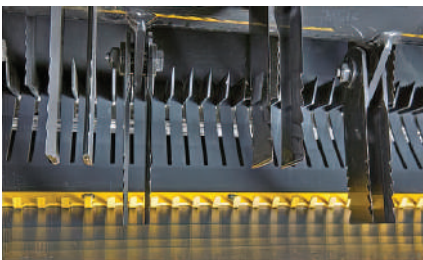
Оптимальним кутом між різальною та протиризальною кромками ножа (рис. 5.10) прийнято вважати кут приблизно  $20^\circ$ . У разі зміни параметрів подрібнюваної маси передбачено можливість зміни величини зазначеного кута. Регулювання може бути дискретним (поворот ножового бруса та фіксація його за допомогою одного з п'яти отворів — «MF 7200») або безступінчастим (за допомогою овальних отворів — «Lexion 570» компанії «Claas»).



а



б



в

Рис. 5.10. Ножі подрібнювача: а — шарнірно закріплені ножі молоткового типу; б — технологічний процес подрібнення соломи; в — взаємодія ножів і протиризальних пластин

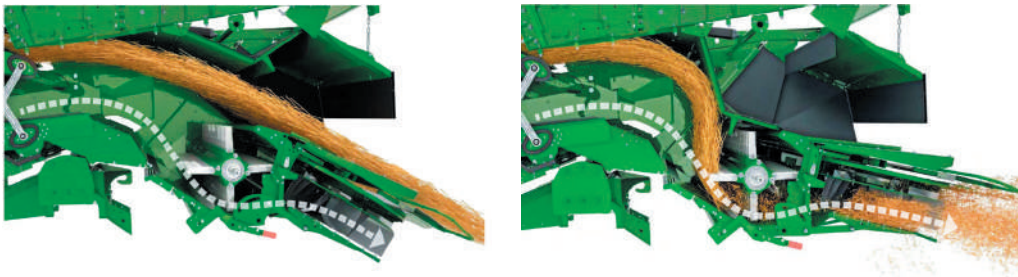


Рис. 5.11. Положення регульовального щитка для вкладання соломи у валки чи надходження в подрібнювач

Крім того, подрібнювачі оснащують регульованими щитками 2 (рис. 5.7, с. 154). Коли їх установлено у верхнє положення (рис. 5.11), то солома надходить у подрібнювач. Якщо ж доступ соломи в подрібнювач закритий, вона укладається у валки на поверхні поля. При цьому пас привода розкидачів знімають.

У більшості комбайнів переведення щитків з одного положення в інше здійснюється одним важелем, без демонтажу облицювання капота. У вітчизняних комбайнах подрібнювач вимикають без зняття привідного паса за допомогою кнопки на панелі управління.

У зв'язку з високою частотою обертання подрібнювального барабана (близько 2500 об/хв) ножі за рахунок відцентрових сил приймають радіальне положення, подрібнюють солому на протирізах 19 (рис. 5.7, с. 154) і створеним ними повітряним потоком відкидають отриману січку на напрямні 8, 13 розкидача 6. Напрямні мають плавний вигин назовні, що дає змогу формувати факел розпилу, близький до ширини захвату жатки.

За потреби можна змінювати ширину та напрямок розкидання. Таке регулювання здійснюють зміною положення напрямних шляхом повороту їх на осях 15 і переміщення вздовж регульовальних пазів 14. У більшості комбайнів цей процес здійснюється з кабіни за допомогою двох електромеханічних виконавчих механізмів (гвинтові механізми, які приводяться в обертання електромоторами), що взаємодіють із напрямними через систему тяг. А отже, у комбайнера є можливість оперативно реагувати на силу й напрямок бічного вітру, змінюючи положення правих і лівих напрямних.

Дальність розкидання регулюють поворотом розкидача 6 щодо осі 5 за допомогою розтяжок 4, 16. Інтенсивність розкидання змінюють поворотом щитка 17 шляхом зміни довжини розтяжок 16. При повороті щитка вгору інтенсивність розкидання збільшується, а при повороті вниз — зменшується. Для забезпечення доступу до подрібнювального барабана під час обслуговування розкидач 6 може бути максимально піднятий угору або повернутий убік і зафіксований.





Рис. 5.12. Роторні розкидачі подрібненої маси

При великій ширині захвату жатки (9 м і більше) розкидач пасивного типу не забезпечує рівномірний розподіл січки. У зв'язку із цим на найбільш продуктивних комбайнах аксіально-роторного типу («Challenger 660/670», «Case IH 2388» та ін.) на замовлення споживача передбачено можливість установлення розкидачів роторного типу. Такий розкидач має два багатолопатеві ротори, що обертаються навколо вертикальних осей в різні боки (рис. 5.12).

Також на замовлення споживача комбайни можуть бути обладнані розкидачем полови. Він також має два ротори, що обертаються в равинокоподібних кожухах у різні боки. Полова падає на ротори, і лопаті розкидають її через вихідні розтруби кожухів. Ротори, як правило, обертає гідромотор, що дає змогу змінювати частоту обертання та дальність розкидання. Під час обслуговування системи очищення комбайна розкидач полови відхиляється, забезпечуючи доступ до решет.

При встановленні роторного розкидача в режим подрібнення солома передається безпосередньо на нього, що забезпечує додаткове прискорення потоку рослинної маси й розкидання матеріалу по всій робочій ширині (рис. 5.13).

У разі вкладання соломи у валки роторний розкидач відключають, і солома на нього не надходить. Полова та коротка солома із системи

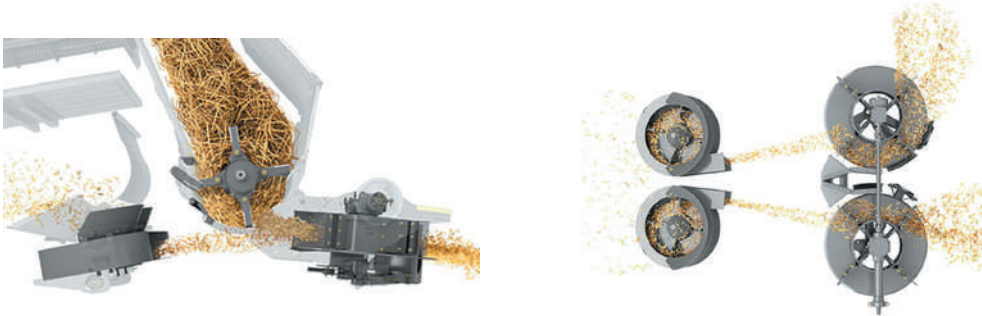


Рис. 5.13. Установлення роторного розкидача в режим подрібнення соломи





Рис. 5.14. Установлення роторного розкидача в режим укладання соломи у валки

очищення при цьому розподіляються за допомогою повітродувки (рис. 5.14).

#### 5.4. Автоматичне регулювання напрямку розкидання

На сучасних зернозбиральних комбайнах використовують подрібнювачі-розкидачі з автоматичним керуванням напрямку розкидання. Такі розкидачі гарантують рівномірний розподіл маси по ширині захвату жатки, незважаючи на бічний вітер та ухил поля.

Розглянемо особливості роботи таких пристроїв на прикладі комбайнів «Lexion» компанії «Claas».

Усі моделі «Lexion» з радіальними розподільниками можуть бути оснащені пристроями для автоматичного регулювання напрямку розкидання подрібненого матеріалу. У таких комбайнах розкидачі оснащують гідравлічним приводом, що забезпечує рівномірний розподіл подрібненої маси позаду машини.

Отже, швидкість і ширину розкидання можна індивідуально налаштувати клапаном регулювання витрати, а чутливість усієї системи встановлюють за допомогою системи керування SEBIS.

Оскільки поперечний вітер впливає на напрямок розкидання подрібненого матеріалу, солома розподіляється нерівномірно, і подрібнена маса засипає край нескошеного поля, а це може погіршити процес зрізання зернових. Для врахування сили бічного вітру в задній частині комбайна на габаритних важелях праворуч і ліворуч від освітлювальних приладів встановлено датчики (рис. 5.15), які реєструють інтенсивність бічного вітру. При цьому спрацьовує електронна система, яка коригує напрямок розкидання подрібненого матеріалу. Водій може легко налаштувати чутливість цих датчиків через систему SEBIS.

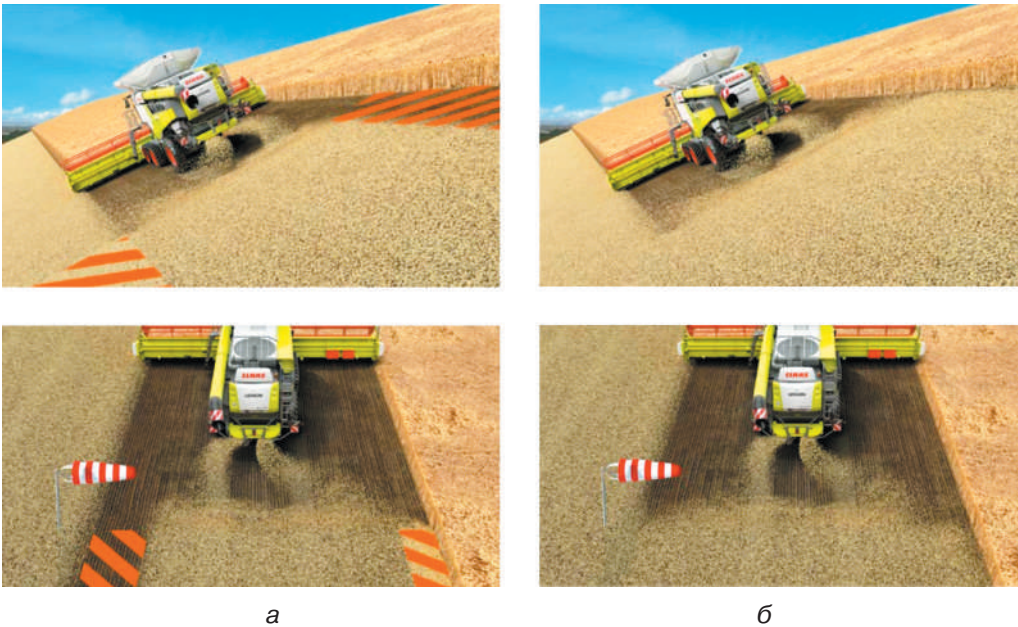
Крім того, комбайн оснащений також маятниковими датчиками, встановленими в задній частині машини. Вони завжди перебувають у



Рис. 5.15. Датчик контролю бічного вітру системи автоматичного регулювання напрямку розкидання подрібненої маси

вертикальному положенні під дією сили тяжіння. Отже, під час руху схилом маятникові датчики відхиляються, в електронний блок надходить відповідний сигнал і за допомогою виконавчих елементів автоматично регулюється напрямок розкидання (угору по схилу), що забезпечує рівномірний розподіл по всій ширині захвату незалежно від різної вологості соломи, сильного поперечного вітру чи ухилу (рис. 5.16).

Регулювання здійснюється автоматично шляхом повертання дефлекторів (рис. 5.17, с. 160).



а

б

Рис. 5.16. Автоматичне регулювання напрямку розкидання подрібненої маси на схилах і при бічному вітрі: а — без системи коригування; б — з коригуванням

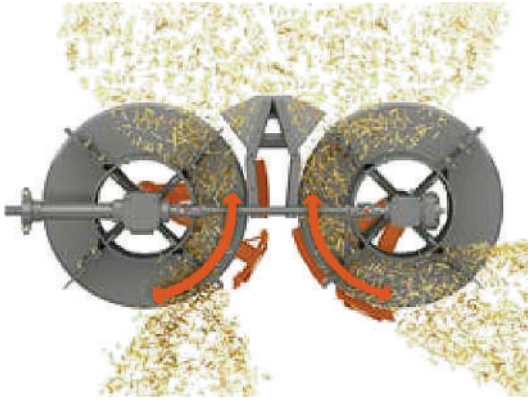


Рис. 5.17. Поворотний елемент у подрібнювачі «Special Cut» комбайна «Lexion» для зміни напрямку розкидання подрібненої маси

На комбайнах «John Deere» моделей серії S700 під час роботи напрямок і ширину розкидання також можна регулювати з кабіни. Після розвороту на розворотній смузі досить натиснути кнопку, щоб змінити положення напрямних лопаток із метою компенсації напрямку вітру.

З функцією «AutoSwar» напрямок розкидання подрібнювача змінюватиметься автоматично.

#### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть, чому не можна використовувати ґрунтообробні та посівні машини, попередньо не видаливши валки соломи з поля.
2. Проаналізуйте переваги та недоліки збирання незернової частини врожаю в копиці.
3. Поясніть, чому нині мало використовують технологію збирання подрібненої соломи та полови в причіпні візки.
4. Обґрунтуйте, чому технологія формування комбайном валків є оптимальною у разі застосування високопродуктивних комбайнів.
5. Поясніть, з якою метою солому потрібно подрібнювати та разом із половию рівномірно розкидати по поверхні зібраного поля.
6. Назвіть основні елементи копнувача та поясніть, як він працює. Проаналізуйте, що станеться, якщо комбайнер своєчасно не вивантажить копицю.
7. Поясніть, як побудований та як працює подрібнювач-розкидач соломи й полови. Поясніть, як можна змінити дальність і ширину зони розкидання подрібненої соломи.
8. Запропонуйте дії щодо переналагодження комбайна з подрібнення соломи на вкладання її у валки.
9. Самостійно знайдіть інформацію про комбайни, оснащені автоматичним регулюванням напрямку розкидання подрібненої маси на схилах та при бічному вітрі. Поясніть доцільність використання такого пристрою.
10. *Виконайте тестове завдання.*  
Визначте, чи можна переобладнати роботу комбайна з укладання валків соломи на її подрібнення та розкидання по полю
  - А можна
  - Б не можна, це різні комбайни
  - В це досить складно й на практиці не використовується
  - Г для укладання валків соломи потрібно мати особливий комбайн

## Розділ 6

# СИЛОВІ УСТАНОВКИ КОМБАЙНІВ І МЕХАНІЗМИ МЕХАНІЧНОГО ПРИВОДУ

### 6.1. Дизельні двигуни комбайнів

Моторна установка призначена для приводу робочих органів комбайна та забезпечення його руху. Вона має дизельний двигун (з необхідними системами та механізмами), який змонтований на рамі разом із блоком радіаторів. Зовні вони закриті капотом. Відбір крутного моменту з колінчастого вала здійснюється з обох його кінців. З переднього — на привід рушіїв (колеса або гусениці) ходової частини комбайна (на сучасних моделях за рахунок гідроприводу, установленим на двигуні гідравлічного насоса, а на ведучому мосту — гідравлічного двигуна). На задньому кінці колінчастого вала в картері маховика розміщені муфта зчеплення і з'єднаний із нею шків для приводу робочих органів комбайна.

На комбайнах використовують потужні дизелі. Що більша пропускна здатність комбайна, то більша потужність двигуна потрібна для приводу його систем і механізмів. Для забезпечення якісного виконання технологічного процесу двигун комбайна повинен мати відповідні характеристики. Основні з них: потужність, достатня для виконання технологічної операції при мінімальній витраті пального; необхідний запас крутного моменту; висока надійність, простота в обслуговуванні й ремонті та екологічність.

Високу продуктивність і паливну економічність комбайнам гарантують двигуни останнього покоління, які обладнані електронною системою керування й забезпечують постійну ефективну потужність для збирання урожаю за найскладніших умов.

Компанія «Claas» встановлює на свої зернозбиральні комбайни «Lexion 8700–7600» двигуни «Perkins 2206 D» (рис. 6.1) потужністю 420–339 кВт (571–461 к. с.), на моделі «Lexion 6800–6700» — двигуни тієї ж моделі, але меншої потужності — 339–308 кВт (461–419 к. с.), а на комбайни «Trion 700» встановлюють дизелі «Cummins QSL9» (рис. 6.2, с. 162) потужністю 190–314 кВт (258–427 к. с.).

На комбайнах «Claas Tucano 570» встановлюють двигуни «Mercedes-Benz OM 926 LA» (рис. 6.3, 162) потужністю 240 кВт (326 к.с.), що відповідають стандарту токсичності Tier 3. Вони мають більш ефективну систему охолодження з

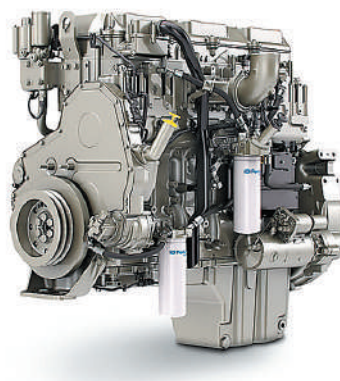


Рис. 6.1. Двигун «Perkins 2206 D» встановлюють на комбайнах «Lexion 8700–7600»



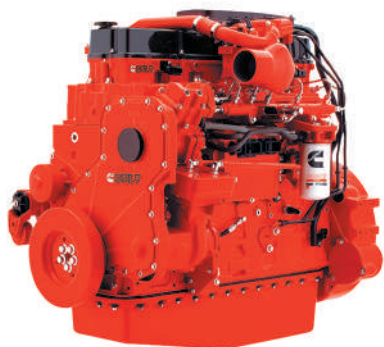


Рис. 6.2. Двигун  
«Cummins QSL9» комбайнів  
«Trion 700»



Рис. 6.3. Двигун  
«Mercedes-Benz OM 926 LA»  
установлюють на комбайнах  
«Claas Tucano 570»

автоматичним відсмоктуванням пилю, яка забезпечує постійне очищення відсіку радіатора. Система охолодження двигуна об'єднана із системою охолодження гідравліки та кондиціонера. Збільшення відсіку радіатора дало змогу значно підвищити ефективність охолодження.

Забір повітря для двигуна відбувається за сіткою радіатора, яка обертається. Завдяки попередній сепарації значно зменшується кількість брудних частинок, що потрапляють у два повітряні фільтри.

Нові моделі «Lexion 8000» і «Lexion 7000» оснащують також двигунами MAN і «Mercedes-Benz» відповідно до концепції «Claas Power systems», що забезпечує точну взаємодію окремих елементів комплексної технології приводу. Ці двигуни розвивають потужність від 790 к. с./581 кВт у «Lexion 8900» до 408 к.с./300 кВт у «Lexion 7400». Відповідність вимогам стандарту викидів Stage 5 забезпечується завдяки використанню дизельних сажових фільтрів і каталітичних нейтралізаторів.

Система автоматичного регулювання «Dynamic Power», використана на комбайнах компанії «Claas», має змогу точно регулювати потужність двигуна відповідно до умов експлуатації. Коли потреба в потужності номінальна, обирають звичайний режим, а коли така потреба зростає, наприклад під час розвантаження зерна, система перемикається на збільшення потужності. Коли не потрібна максимальна потужність, таке регулювання забезпечує значну економію пального.

Компанія «New Holland» встановлює на комбайнах серії «CH7.70» двигуни «Cursor 9» (рис. 6.4, с. 163) компанії «FPT Industrial» номінальною потужністю 240 кВт (326 к. с.), а максимальною — 268 кВт (364 к. с.). А на комбайнах серій «CR-TIER 4A/B», «CX7» та «CX8-TIER 4B», окрім «FPT Cursor 9», — також більш потужний «FPT Cursor 16» (рис. 6.5, с. 163), що відповідає екологічному стандарту обмеження викидів Tier 4A / Stage 3B та Tier 4B / Stage 4 завдяки використанню системи селективної каталітичної нейтралізації відпрацьова-

ної системи селективної каталітичної нейтралізації відпрацьова-



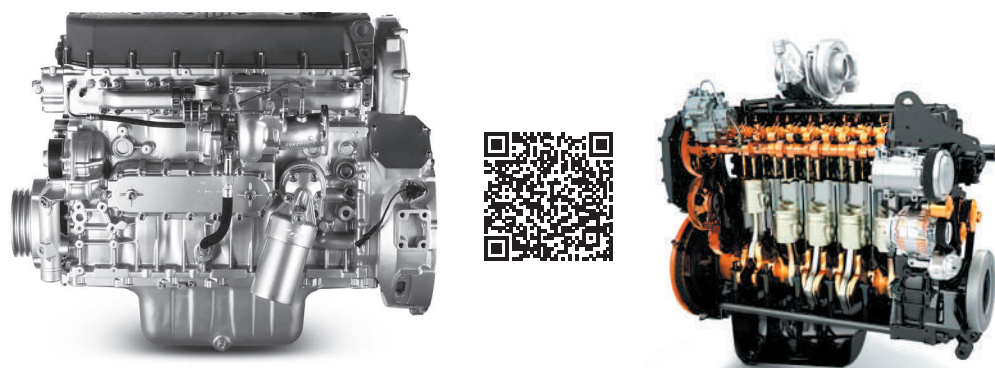


Рис. 6.4. Двигун «Cursor 9»

них газів «ЕСОBlue™» та системи впорскування пального з насос-форсунками та з «Common Rail». Технологія «ЕСОBlue™» використовує реагент AdBlue для перетворення шкідливих оксидів азоту, що містяться у відпрацьованих газах, на звичайну воду й азот. Ці двигуни мають максимальну потужність 330–480 кВт (449–653 к. с.).

На комбайнах серій «СХ5000» та «СХ6000» можуть встановлювати двигуни — як «Cursor 9» потужністю 245 кВт (333 к. с.), так і «Nef» (6,7 л) потужністю 1190–220 кВт (258–300 кВт).

А на комбайнах серії ТС — двигуни «Nef» (6,8 л) потужністю 129–179 кВт (175–243 к. с.). Технічні характеристики дизелів «FPT Cursor», що найбільше використовують на комбайнах компанії «New Holland», наведено в таблиці 6.1.

На комбайнах компанії «Case IH» також установлюють двигуни «FPT Cursor» різних моделей і модифікацій, аналогічні двигунам на комбайнах компанії «New Holland».

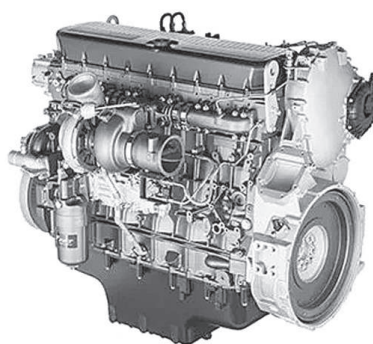


Рис. 6.5. Двигун «FPT Cursor 16»

Таблиця 6.1

### Технічні характеристики дизелів «FPT Cursor», які найчастіше використовують на комбайнах «New Holland»

Комбайн	CR7.90	CR8.80	CR8.90	CR9.80	CR9.90	CR10.90
Двигун	FPT Cursor 9	FPT Cursor 10	FPT Cursor 11	FPT Cursor 13	FPT Cursor 13	FPT Cursor 16

Продовження табл. 6.1

Комбайн	CR7.90	CR8.80	CR8.90	CR9.80	CR9.90	CR10.90
Екологічний стандарт обмеження викидів двигуна	Tier 4A/ Stage 3B	Tier 4A/ Stage 3B	Tier 4B/ Stage 4	Tier 4B/ Stage 4	Tier 4A/ Stage 3B	Tier 4B/ Stage 4
Робочий об'єм (см <sup>3</sup> )	8700	10 300	11 100	12 900	12 900	15 927
Система селективної каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів ECOBlue™	SCR	SCR	HI-eSCR	HI-eSCR	HI-eSCR	HI-eSCR
Система впорскування пального	З насос-форсунками	З насос-форсунками	«Common Rail»	«Common Rail»	«Common Rail»	«Common Rail»
Номинальна потужність двигуна при 2100 об/хв — ISO TR14396 — ECE R120 [кВт/к. с.]	300/408	330/449	345/469	390/530	390/530	440/598
Максимальна потужність двигуна при 2000 об/хв — ISO TR14396 — ECE R120 [кВт/к. с.]	330/449	360/490	380/517	420/571	420/571	480/653
Схвалена до використання біодизельна суміш**	B20	B20	B7	B7	B7	B7
Електронний регулятор ПНВТ	●	●	●	●	●	●
Відображення показань витрат пального на моніторі «IntelliView™ IV»	●	●	●	●	●	●
Пневматичний компресор	○	○	○	○	○	○

Одним із нововведень у моделях комбайнів «Axial-Flow» 150-ї серії (5150, 6150 і 7150) компанії «Case IH» стало використання двигуна FPT зі стандартом викидів Stage 5. У таких двигунах використовують запа-

тентовану систему Ni-eSCR із селективним каталітичним відновленням відпрацьованих газів для відповідності нормам викидів їх в атмосферу. Фільтр сажі вимагає лише періодичного обслуговування або очищення — це відбувається автоматично, але ця функція може бути термінологічно відкладена на пізніший час у разі, коли є нагальна потреба зібрати врожай — наприклад до настання прогнозованих дощових днів.

**Компанія «John Deere»** встановлює на комбайни двигуни власного виробництва. Найбільш поширені моделі JD 6076T та JD 6076H потужністю 142 кВт

(193 к. с.); JD 6081 та JD 6125 (рис. 6.6) різних модифікацій потужністю від 224 кВт (305 к. с.) та 342 кВт (465 к. с.) відповідно.

**Двигуни MAN та «AGCO Power» комбайнів «Fendt».** Щоб зробити загальну конструкцію збалансованою, чотири різні моделі «Fendt Ideal» оснащують чотирма різними двигунами, які адаптовані до проектної потужності моделей «Ideal 7», «Ideal 8», «Ideal 9» та «Ideal 10». Досягти максимальної паливної ефективності можна тільки тоді, коли двигун якнайповніше відповідає конструктивно закладеній продуктивності техніки. На моделях «Ideal 7» встановлюють двигуни «AGCO Power», а моделі «Ideal 8», «Ideal 9» та «Ideal 10» оснащують трьома різними двигунами MAN. Усі двигуни відповідають нормам викидів Stage 5 і відрізняються тривалими міжсервісними інтервалами.

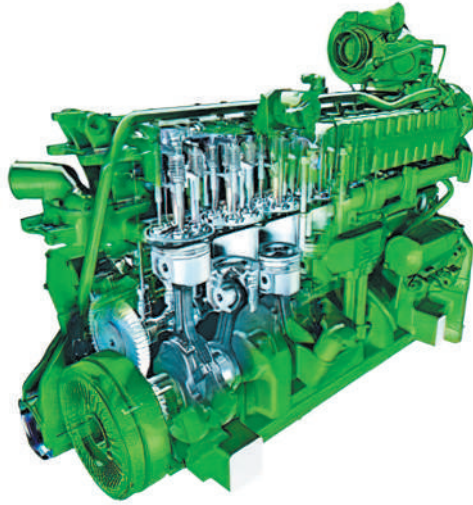


Рис. 6.6. Двигун JD 6125 потужністю 342 кВт (465 к. с.)

## 6.2. Особливі вимоги до двигунів комбайнів

Навантаження на робочі органи комбайна залежить від багатьох факторів: насамперед від урожайності, співвідношення маси соломи та зерна, густоти й висоти хлібостою, рельєфу поля, вологості ґрунту та зерна й ще багатьох чинників, що постійно змінюються і значно варіюють навіть у межах поля. Але для якісного обмолочення колосків, сепарації та очищення зерна з мінімальними втратами відповідні механізми комбайна повинні мати оптимальну робочу швидкість (частоту обертання). Тому комбайновий двигун має не тільки достатню потужність, а й значний запас крутного моменту для стабільного забезпечення необхідних обертів приводу робочих органів молотильно-сепарувального пристрою та очищення незалежно від рівня завантаження.

Саме для реалізації заданих характеристик для комбайнів використовують спеціальні дизельні двигуни, що працюють на стабільних обертах у значному діапазоні навантажень та в умовах стрибкоподібного характеру їх зміни, що дає змогу комбайну успішно й продуктивно працювати з важкими типами культур, легко підніматися на схили та працювати у важких польових умовах. Для забезпечення заданих характеристик комбайнові двигуни оснащують системами живлення з насос-форсунками, або «Common Rail (CR)» (рис. 6.7), що мають інтелектуальні системи автоматичного керування.

Порівняно зі звичайними паливними системами (ПНВТ і гідравлічно керовані форсунки) паливна система «Common Rail» дизелів із безпосереднім упорскуванням пального гарантує значно вищу пристосованість двигуна до різних режимів роботи. Це забезпечується високим тиском упорскування, змінним кутом випередження упорскування, можливістю формування процесу двофазного та багатофазного впорскування при змінному тиску залежно від частоти обертання та навантаження двигуна.

Основні функції системи «Common Rail» полягають в оптимальному управлінні електронним блоком керування процесом упорскування дизельного пального в потрібний момент, у необхідній кількості та при

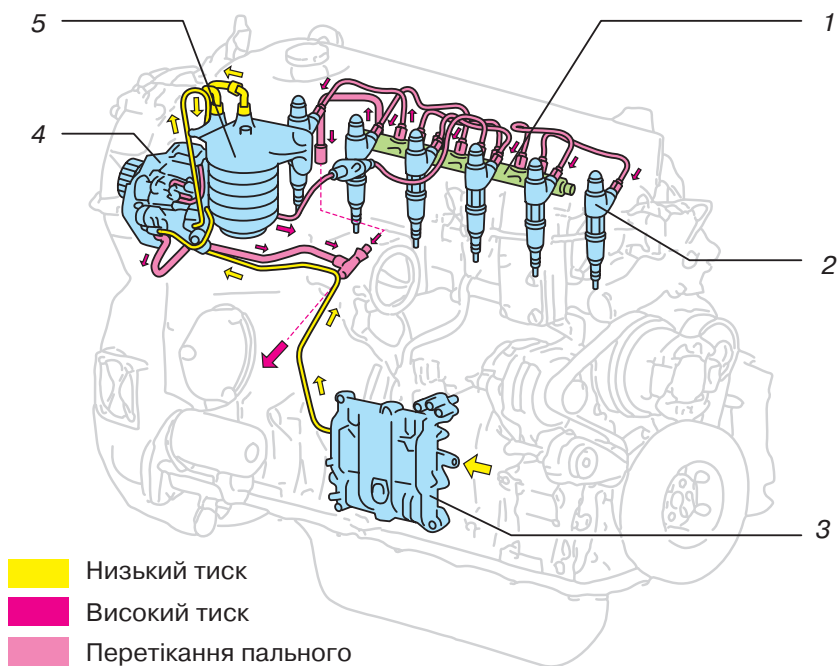


Рис. 6.7. Розміщення агрегатів системи живлення паливом «Common Rail» на двигуні «Cursor 9» та напрямки потоків пального:

- 1 — акумулятор пального високого тиску; 2 — форсунка (електроінжектор);  
3 — електронний блок керування;  
4 — паливний насос; 5 — паливний фільтр

необхідному тиску. Це забезпечує підвищення потужності, плавну й економічну роботу дизеля та зменшує викид шкідливих речовин із відпрацьованими газами.

Відомо, що крутний момент є найважливішим динамічним показником двигуна й характеризує його тягові можливості. Він є сумою результатуючих всіх сил, що діють на поршні, — тиску газів продуктів згоряння пального, тертя, інерції і т. д., помноженого на плече прикладення, яке дорівнює радіусу кривошипа колінчастого вала. А потужність — досить умовний параметр, який відображає корисну роботу, виконувану газами в циліндрах двигуна за одиницю часу, за вирахуванням втрат на подолання сил тертя і приведення в дію допоміжних механізмів. Щоб більший крутний момент двигуна і (що важливіше) краще він розподілений по діапазону обертів — то швидше розганяються робочі органи молотильно-сепарувального пристрою комбайна й більші сили протидії (наприклад, при раптовій подачі більшої кількості хлібної маси) він здатний долати без значного зменшення частоти обертання. Це дає змогу здійснити обмолот із меншими затратами енергії та з мінімальними втратами та пошкодженням зерна.

Причому для подолання сил, що протидіють роботі молотильно-сепарувального пристрою та рухові комбайну, потрібен більший момент, максимально «зміщений» до мінімальних обертів. Для розгону ж необхідна оптимальна комбінація розподілу крутного моменту за діапазоном обертів, величиною моменту та величиною максимальної потужності.

Важливим параметром двигуна, який дає змогу оцінити стійкість його режиму роботи при змінних навантаженнях, є коефіцієнт пристосованості (запас крутного моменту). Особлива важливість цього параметра виявляється в разі подолання комбайном значних навантажень. Що більше значення коефіцієнта пристосованості, то більший опір може подолати комбайн. Важливе значення при цьому має розширений діапазон зміни частоти обертання колінчастого вала, у якому двигун стабільно працює, оскільки що більший цей діапазон, то кращі динамічні якості має комбайн та легше управління двигуном і комбайном загалом.

Економічність двигуна багато в чому визначається технічним рівнем систем і механізмів дизеля (насамперед досконалістю системи живлення), які забезпечують повноту згоряння пального й перетворення отриманої енергії в крутний момент на колінчастому валу.

Наддув є найбільш ефективним засобом збільшення наповнення циліндрів двигуна свіжим зарядом. Турбокомпресор використовує енергію відпрацьованих газів, які приводять в обертання турбіну із частотою 100 000–200 000 об/хв. На осі турбіни встановлено компресорне колесо. Обертаючись із такою ж високою частотою, воно засмоктує через повітроочисник повітря з атмосфери й під тиском подає його в циліндри двигуна.

Оскільки при наддуві повітря подається в циліндри дизеля під тиском більшим, ніж тиск навколишнього середовища, то при цьому збіль-



шується маса свіжого заряду, який надходить у циліндри. Отже, відкривається можливість при тих самих розмірах двигуна, що й без наддуву, спалити в камері згоряння більшу кількість пального й одержати більшу потужність двигуна. У разі використання наддуву вдається підвищити потужність двигуна на 40 % і більше, досягти заданих характеристик силового агрегата при менших габаритах і масі, ніж при застосуванні «атмосферного» двигуна.

Вища повнота згоряння пального на всіх режимах роботи двигуна забезпечується застосуванням регульованого турбонаддуву (рис. 6.8). При його використанні пальне економиться завдяки більшому крутному моменту при низьких частотах обертання колінчастого вала. Крім того, у такого двигуна кращі екологічні показники — менші сумарні викиди шкідливих речовин.

На комбайнах широко використовують двигуни з наддувом і частковим перепуском відпрацьованих газів на впуск (рис. 6.9). Вони мають кращі значення питомої витрати пального на малих і середніх режимах роботи, ніж двигун зі звичайним газотурбінним наддувом. Крім того, екологічні й економічні показники двигунів поліпшує використання інтеркулера для охолодження повітря, що подається від турбокомпресора в циліндри.

Високопотужні двигуни комбайнів нині відповідають стандарту токсичності Tier 3, однак простежується тенденція переходу до Tier 4 та Tier 5.

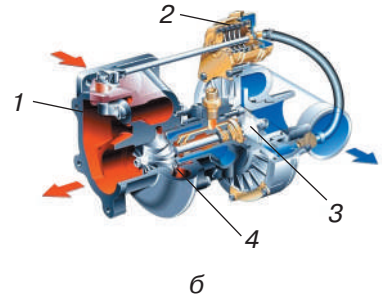
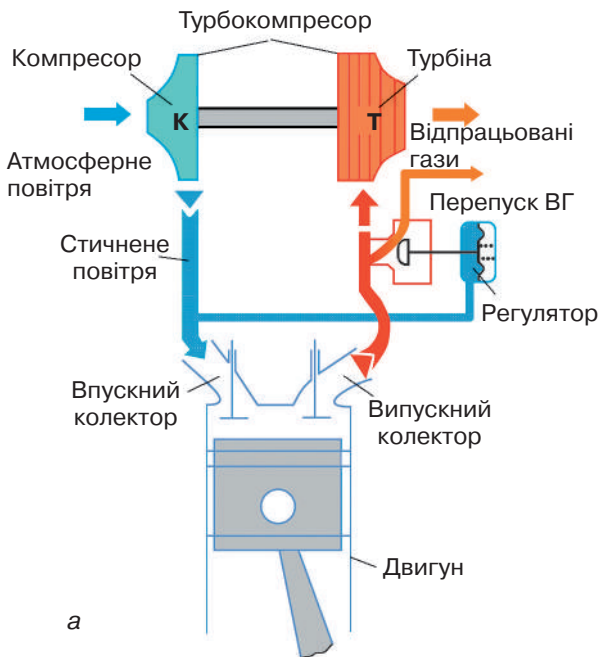


Рис. 6.8. Схема газотурбінного наддуву двигуна ДВЗ із частковим перепуском відпрацьованих газів (а) і загальний вигляд турбокомпресора з перепусчним клапаном (б):

- 1 — перепусчний клапан;
- 2 — пневматична камера;
- 3 — компресорне колесо;
- 4 — турбінне колесо

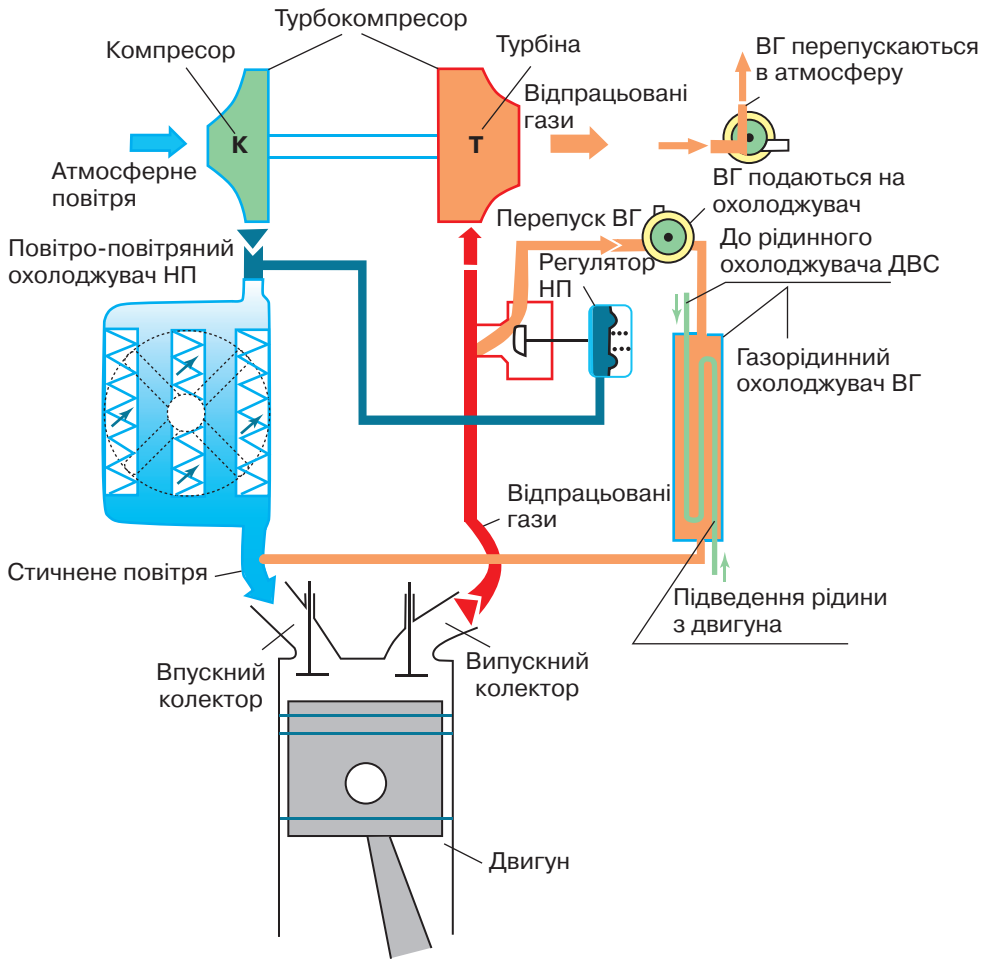


Рис. 6.9. Схема двигуна з газотурбінним наддувом і проміжним охолодженням наддувального повітря та частковою рециркуляцією відпрацьованих газів

У двигунах «Cursor 13» (з потужністю 500 к. с. і більше) використовують турбокомпресори, що дають змогу в автоматичному режимі змінювати геометрію поворотних лопаток соплового апарата турбіни (рис. 6.10, с. 170). Це в поєднанні з електронною системою керування впорскуванням пального істотно підвищує потужність двигуна й зменшує витрату пального.

Крім того, двигун «Cursor 13» обладнаний двоступінчастим наддувом і проміжним охолодженням наддувального повітря після компресорів низького й високого тиску (рис. 6.11, с. 170).

Високих показників двигун із двоступеневим наддувом досягає тим, що стиснуте й нагріте від стискання в компресорі повітря спочатку охолоджується в рідинно-повітряному охолоджувачі, а потім повторно ще більше стискається в другому компресорі, після чого повторно охоло-

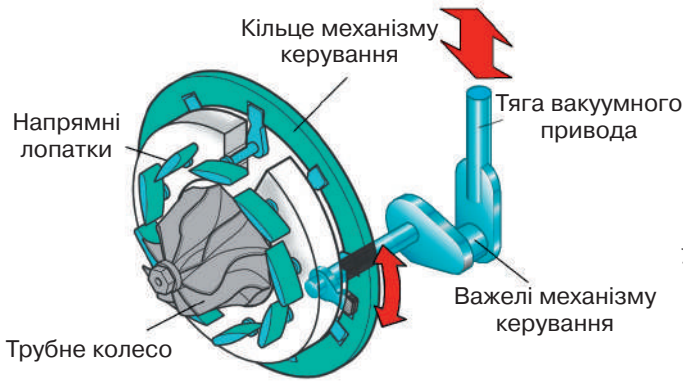


Рис. 6.10. Механізм управління зміною положення поворотних лопаток соплового апарата турбокомпресора двигуна «Cursor 13»

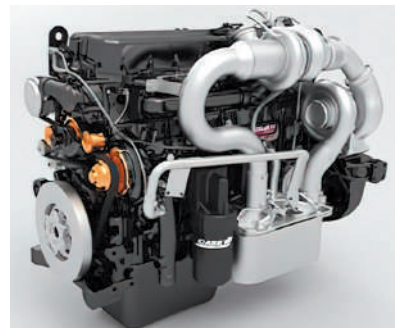
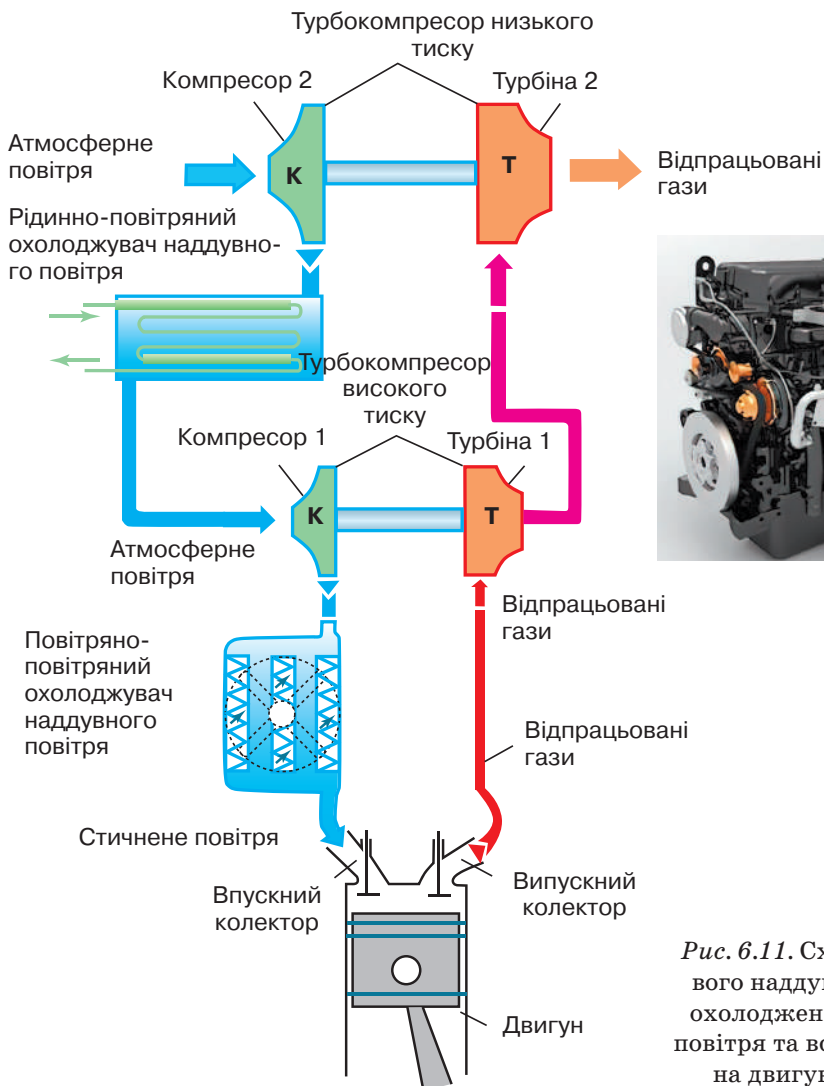


Рис. 6.11. Схема двоступеневого наддуву з проміжним охолодженням наддувного повітря та встановлення його на двигуні «Cursor 13»

джується в повітряно-повітряному охолоджувачі й лише тоді спрямовується в циліндри двигуна.

Компонування двох послідовно встановлених турбокомпресорів дає змогу подавати в циліндри двигуна значно більшу масу повітря, а отже, більш повно спалювати збільшену порцію пального. Таке технічне рішення дало можливість поліпшити екологічні показники роботи двигуна за шкідливими викидами, передусім оксидами азоту  $\text{NO}_x$ , при мінімальній питомій витраті пального.

Питанню зменшення шкідливих викидів в атмосферу з відпрацьованими газами приділяють багато уваги. У всіх країнах світу законодавчими актами встановлено гранично допустимі концентрації токсичних компонентів у відпрацьованих газах. Удосконалення конструкції та робочого процесу двигунів дає змогу значно зменшити виділення з відпрацьованими газами основних токсичних речовин — оксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів.

З метою дотримання дедалі суворіших стандартів на токсичність відпрацьованих газів у випускній системі двигунів комбайнів установлюють додаткове обладнання для зменшення вмісту токсичних речовин — нейтралізатори токсичних компонентів відпрацьованих газів. Найчастіше на комбайнових двигунах використовують каталітичну нейтралізацію відпрацьованих газів, яка дає змогу досягти норм Євро-4 без використання технології рециркуляції, а її сумісне застосування з іншими системами зниження токсичності сприяє досягненню норм Євро-5 і Євро-6.

Нейтралізація відбувається шляхом використання розчину AdBlue, який у розпиленому стані впорскується у відпрацьовані гази перед їхнім надходженням у каталітичний нейтралізатор. Під впливом високої температури в системі випуску розчин AdBlue розпадається на аміак і вуглекислоту. Активним елементом є аміак — найважливіший компонент хімічного процесу, що відбувається в каталітичному нейтралізаторі. Після реакції в каталізаторі оксиди азоту розкладаються, і в атмосферу викидаються нешкідливий газ азот і водяна пара. Хімічна реакція відбувається при температурах понад  $200^\circ\text{C}$ . Регулює обсяг упорскування розчину AdBlue система управління двигуном, що забезпечує оптимальне зниження викидів при будь-яких режимах роботи двигуна.

Оскільки влітку комбайни працюють при високій температурі та значній запиленості повітря, їхні двигуни обладнують високоефективною системою охолодження, а повітрязабірні поверхні виконують такими, що здатні самоочищатися. Для підтримання оптимальної температури двигуна радіатори комбайнів мають збільшену поверхню охолодження (рис. 6.12).



Рис. 6.12. Радіатор системи охолодження двигуна



Рис. 6.13. Установлення радіаторів на комбайні

На комбайнах система охолодження забезпечує постійне охолодження двигуна, гідравлічних вузлів і компонентів системи кондиціонування. Дрібна сітка на вході повітрязабірника захищає систему охолодження від забруднення навіть під час роботи в умовах значної запиленості (рис. 6.13).

Особливістю системи охолодження комбайна «Tiscano» є використання системи автоматичного відсмоктування пилу. Це забезпечує постійне очищення відсіку радіатора й оптимальне охолодження, захищаючи робочі поверхні радіаторів від забруднення.

Для кращого охолодження двигуна та зменшення підняття пилу шляхом створення повітряного потоку з ефектом завіси на комбайнах «Lexion» компанії «Claas» встановлюють систему «Dynamic Cooling» (рис. 6.14). Вона має великий, змонтований на капоті вентилятор, який автоматично регулює величину повітряного потоку, що подається до комбайна.

Під час роботи комбайна свіже повітря всмоктується через сітку, що обертається, і проходить униз через радіатор, а потім відводиться через моторний відсік і бічні канали охолодження. Отже, цей повітряний потік не дає змоги пилу підніматися, а направляє його донизу, тобто виконує функцію не тільки охолодження двигуна, а й очищення всього комбайна від пилу. Унаслідок цього менше забруднюються радіатори, повітроочисники та моторний відсік, а отже, збільшуються інтервали їхнього обслуговування.

Використання регульованого приводу системою «Dynamic Cooling» сприяє підтриманню оптимального температурного режиму двигуна



Рис. 6.14. Система «Dynamic Cooling» комбайнів «Lexion»



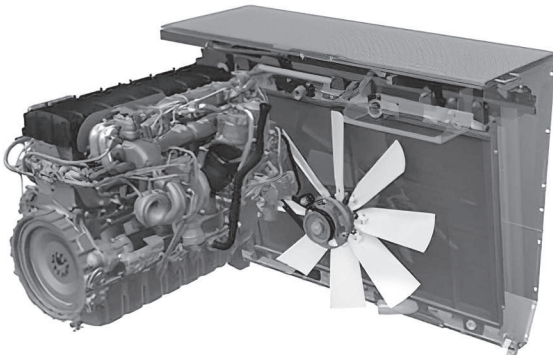


Рис. 6.15. Система охолодження двигуна комбайна «Fendt Ideal»

навіть при високих зовнішніх температурах. При цьому максимальна частота обертання забезпечується лише за потреби. Таке динамічне охолодження споживає на 20 кВт менше потужності двигуна, що зазвичай витрачається на привід агрегатів системи охолодження, а отже, дає змогу економити паливо.

Для підвищення ефективності й надійності роботи двигуна в умовах високих температур і значної запиленості на комбайні «Fendt Ideal» встановлено вентилятор великого діаметра (рис. 6.15). Залежно від температури й тривалості роботи він автоматично змінює напрямок потоку повітря, яке проходить через радіатор, що забезпечує надійне очищення радіатора шляхом відкидання забруднень від захисної сітки.

Двигуни практично всіх сучасних комбайнів розміщують позаду бункера (рис. 6.16). Спроба змінити компоновку в комбайнах встановленням двигуна перед бункером себе не виправдала, оскільки дизель у такому разі знаходиться безпосередньо поблизу комбайнера, і хоч би якою ефективною була система шумоізоляції, вона буде гіршою порівняно з розміщенням двигуна за двома стінками заповненого зерном бункера.

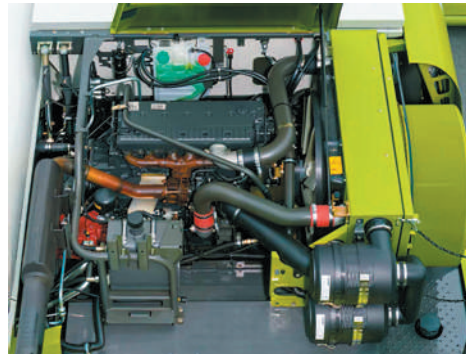


Рис. 6.16. Установлення дизельного двигуна на комбайні «Claas»

### 6.3. Механічні приводи

Механічний привід робочих органів і механізмів комбайнів здійснюється клинопасовими, ланцюговими, карданными й шестеренними передачами.

У комбайнів вали приводів розосереджені в просторі, що, разом із широким діапазоном частот обертання, сприяє багатоконтурності приводу (18–20 передач) при значній довжині окремих приводних пасів і

ланцюгів (до 8 м). Крім того, елементи приводу працюють при великій амплітуді коливання рами комбайна та безперервній зміні кута її нахилу.

Співвідношення між типами передач багато в чому залежить від марки комбайна та конструктивної концепції, прийнятої фірмою-виробником. Так, наприклад, якщо ротори молотарки аксіально-роторних комбайнів «Challenger 660/670» і «MF 9000» забезпечені гідروоб'ємним приводом, то в комбайнах «Case IH 2388» передачу крутного моменту на ротор здійснюють конічний редуктор і дві пасові передачі. Однак у трансмісіях більшості зернозбиральних комбайнів переважають клинопасові передачі.

**Клинопасові передачі** використовують для передачі крутного моменту між валами, що знаходяться на значній відстані й обертаються з великою частотою.

Переважне використання в приводах комбайнів клинопасових передач обумовлено тим, що вони найменш чутливі до специфічних проблем, характерних для зернозбиральної техніки. Великий момент інерції рухомих мас, високий коефіцієнт нерівномірності моменту опору (до 30 %) і широкий діапазон частоти обертання (150–2800 об/хв) спричиняють значне динамічне навантаження привода, удари та вібрацію. Клиновий пас має достатній ступінь еластичності, що дає змогу гасити ці коливання й за певних умов може навіть бути запобіжним пристроєм (за рахунок можливості його пробуксування). Крім того, на високих частотах обертання пас створює менше шуму, ніж, наприклад, ланцюгова передача, яка є незамінною у випадках, коли необхідно точно синхронізувати обертання валів декількох робочих органів.

У найпоширенішій конструкції клинопасова передача (рис. 6.17) складається з ведучого та веденого шківів 1, 3, 4 і привідного паса 2 замкнутої клиноподібної форми, що розміщується на шківів із деяким

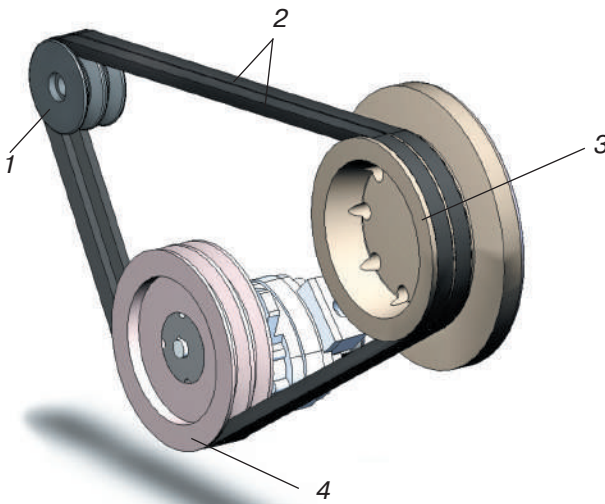
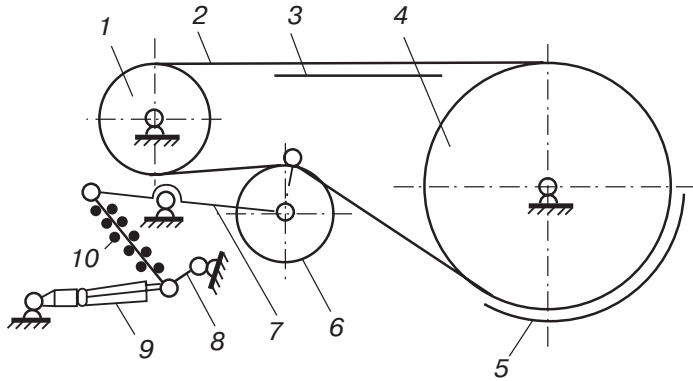


Рис. 6.17. Загальна будова клинопасової передачі:  
1, 3, 4 — шківви, 2 — привідні паси

Рис. 6.18. Схема ленткового механізму:

- 1, 4, 6 — відповідно ведучий, ведений та натяжний шківів; 2 — пас; 3, 5 — кожухи; 7, 8 — важелі; 9 — гідроциліндр; 10 — пружина



попереднім натягом. Попередній натяг паса створюється за рахунок його пружного розтягнення при закладенні на шківів або застосуванням спеціального натяжного пристрою (ролика), вісь якого може жорстко закріплюватись або бути підпружиненою. Це дає змогу підтримувати постійний натяг пасів.

Під час роботи передачі пас передає енергію від ведучого шківів до веденого за рахунок сил тертя, які виникають між пасом і шківями.

Передачі з багатоконтурними пасами вмикають і вимикають за допомогою спеціальних механізмів (лентків), натягуючи або послаблюючи пас (рис. 6.18). Стан паса визначається положенням натяжного шківів 6, яке змінюють гідравлічним механізмом або ручним через систему важелів, торсіонних валів і тяг. Заданого натягу досягають за допомогою регулювання пружини 10. Треба зазначити, що натяжні пристрої як пасових, так і ланцюгових передач розміщують на послабленій ланці привода. При цьому одні з натяжних пристроїв потребують періодичного ручного коригування зусилля натягу, а інші забезпечують автоматичне підтягування за рахунок відповідних важелів і пружин.

Пасові передачі мають низку переваг: можливість передавання руху між валами, що знаходяться на значній відстані; плавність і безшумність роботи, які обумовлені еластичністю паса; запобігання різкому перевантаженню елементів машини внаслідок пружності паса та можливості його проковзування на шківів; простота конструкції, обслуговування та догляду в експлуатації; відносно високий ККД.

До недоліків пасових передач належать: несталість передатного числа через можливе проковзування паса; підвищене навантаження валів та їхніх опор, що пов'язано з потребою досить високого попереднього натягнення паса; недовговічність привідних пасів (у межах 1000–5000 год).

Оскільки на комбайнах передавати крутний момент доводиться на значній відстані, тому застосовують контрприводи (рис. 6.19, 6.20, с. 176). Найбільш поширені клинові паси на корд-тканинній або корд-шнуровій основі. Для привода найбільш відповідальних виконавчих органів вико-

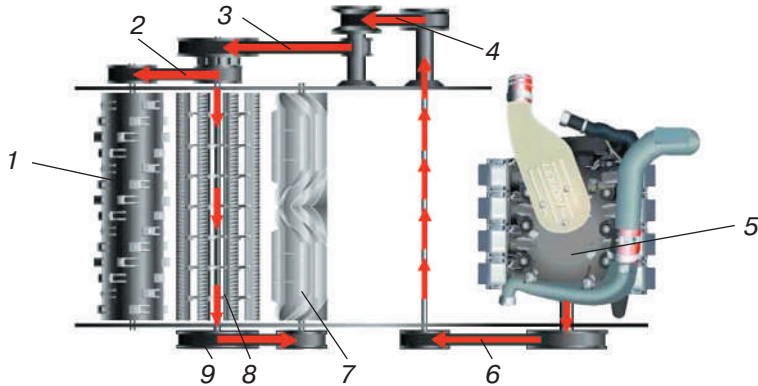


Рис. 6.19. Схема приводу клинопасовими передачами від двигуна до молотильного пристрою: 1 — прискорювальний барабан; 2, 3, 4, 6, 9 — клинопасові передачі; 5 — дизельний двигун; 7 — відбійний бітер; 8 — молотильний барабан

ристовують поліклинові (багаторівчачкові) паси на єдиній основі, які довговічні й не потребують трудомісткої операції комплектування за довжиною. Розміщення клинопасових приводів комбайна «Lexion» показано на *рисунку 6.20*.

Для безступеневої зміни частоти обертання деяких робочих органів (наприклад, мотовила жатки, барабана молотарки, вентилятора очищення) використовують гідрофіковані клинопасові варіатори (принцип роботи описано у відповідних розділах). Керування варіаторами здійснюється за допомогою спеціальних гідроциліндрів.

Щоб постійно передавати високі крутні моменти та швидкості й не допустити передчасного виходу пасів із ладу, дуже важливо дотримуватися їхнього оптимального натягу. На сучасних комбайнах для перевірки натягу паса використовують циліндричні пружини з вказівниками.

**Ланцюгові передачі** складаються з розташованих на деякій відстані двох зірочок 1, 3 (*рис. 6.21*) і ланцюга 2, що охоплює їх. Обертання з ведучої зірочки на ведену відбувається завдяки зчепленню ланцюга із зубами зірочок.

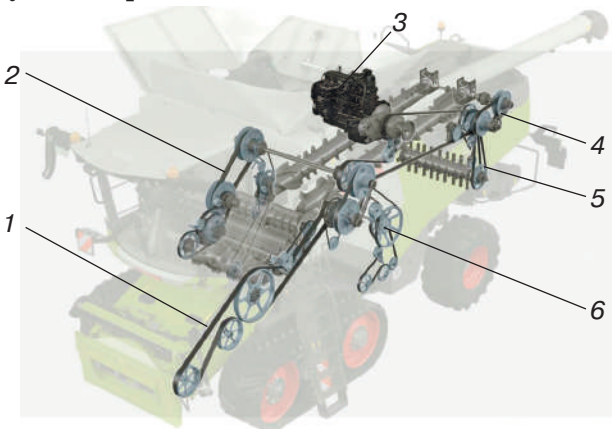


Рис. 6.20. Схема розміщення клинопасових приводів комбайна «Lexion»:

1 — привід плаваючого транспортера та жатки; 2 — привід молотильного пристрою; 3 — дизельний двигун; 4 — привід роторів; 5 — привід подрібнювача соломи; 6 — привід агрегатів очищення

*Переваги ланцюгових передач* порівняно з пасовими: відсутність проковзування, компактність (вони займають значно менше місця по ширині), менші навантаження на вали й підшипники (немає потреби у великому початковому натягу ланцюга), високий ККД (0,98).

До *недоліків ланцюгових передач* належать: подовження ланцюга внаслідок зношення його шарнірів і розтягування пластин; шум під час роботи; утруднене підведення мастила до шарнірів ланцюга, що скорочує термін служби передачі; потреба в підвищеному догляді під час експлуатації.

Ланцюгові передачі застосовують при великих міжосьових відстанях, коли зубчасті передачі неможливо використовувати через громіздкість, а пасові передачі — у зв'язку з вимогами компактності або сталості передавального відношення.

**Шестеренні передачі** (рис. 6.22) використовують на ведучих мостах комбайнів, у приводі подачі шнека бункера (конічний редуктор). Редуктори різного типу застосовують також у приводах деяких змінних адаптерів та в найбільш перспективних схемах привода ножа жатки.

У таких шестеренних передачах зубчасті колеса (шестерні) зазвичай використовують парами з різним числом зубів із метою зміни крутного моменту й частоти обертання валів. Шестірня, з якої передається крутний момент, називається ведучою, а та, на яку передається, — веденою. Якщо діаметр ведучої шестірні менший (менша кількість зубів) за діаметр веденої, то крутний момент веденого колеса збільшується, а його частота обертання зменшується, і навпаки.

**Запобіжні фрикційні муфти** використовують у механічному приводі комбайнів для захисту робочих органів від деформацій і поломок при збільшенні крутного моменту понад допустимий.

Муфти фрикційного типу подібні за конструктивним виконанням. Вони мають приводну зірочку або шків, які передають крутний момент за рахунок сил тертя через фрикційні кільця з ведучих деталей на ведені, які й приводять у рух вал робочого органа.

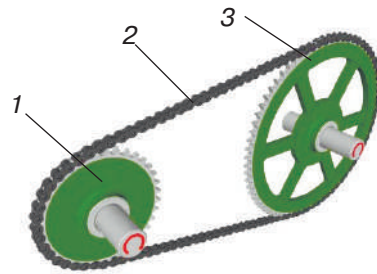


Рис. 6.21. Ланцюгова передача:  
1 — ведуча зірочка; 2 — ланцюг;  
3 — ведена зірочка

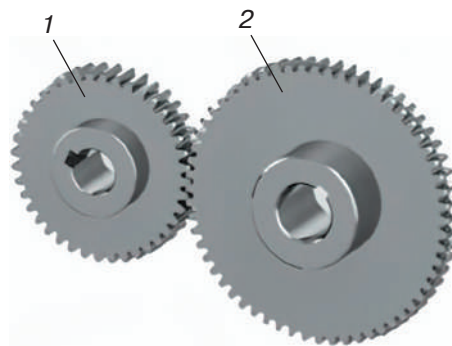


Рис. 6.22. Шестеренна передача:  
1 — ведуча шестірня; 2 — ведена шестірня



Якщо крутний момент на валу робочого органу перевищує максимальний крутний момент, що може передаватися за рахунок сил тертя, то муфта пробуксовує.

Притискання фрикційних кілець до ведучого диска регулюють стисканням пружин стяжними болтами.

Оптимальний натяг приводних пасів і ланцюгів регулюють натяжними пристроями (зірочками, шківками, спеціальними механізмами). Натяг пасів перевіряють за величиною прогину від зусилля, прикладеного посередині між ведучим і веденим шківками.

У польових умовах натяг ланцюгів перевіряють так. Якщо ланку можна повернути викруткою на кут  $30\text{--}40^\circ$  або відвести ланцюг від лінії руху на  $40\text{--}70$  мм на один метр довжини, то натяг вважають нормальним.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть, як здійснюється привід від двигуна на робочі органи комбайна.
2. Назвіть найбільш вагомими характеристики двигуна комбайна для забезпечення якісного виконання технологічного процесу.
3. Обґрунтуйте, чому двигун комбайна повинен мати не тільки достатню потужність, а й значний запас крутного моменту.
4. Поясніть переваги паливної системи «Common Rail» дизелів із безпосереднім упорскуванням пального. Які особливості її конструкції?
5. Проаналізуйте переваги використання турбонаддуву на двигунах комбайнів. Як побудовані турбокомпресори та як вони працюють?
6. Поясніть особливості двигуна з газотурбінним наддувом і проміжним охолодженням наддувного повітря та частковою рециркуляцією відпрацьованих газів.
7. Назвіть особливості системи охолодження комбайна «Lexion» компанії «Claas» з використанням системи «Dynamic Cooling».
8. Поясніть будову та принцип роботи передач, які використовують у комбайнах для передач та зміни крутного моменту.
9. Самостійно знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови двигунів сучасних комбайнів і проаналізуйте перспективи розвитку механічних передач, які використовують на них.
10. Виконайте тестове завдання.  
Визначте, якою буде частота обертання веденої шестірні у разі передачі крутного моменту з меншої шестірні на більшу
  - А більшою
  - Б меншою
  - В не зміниться
  - Г збільшиться на різницю кількості зубів

## Розділ 7

### ШАСІ КОМБАЙНІВ

Шасі комбайна складається з остова молотарки, на якому змонтовано передній ведучий міст, задній керований, та рушіїв (коліс або гусениць).

#### 7.1. Мости передніх коліс

Передні мости сучасних зернозбиральних комбайнів є ведучими й мають подібну будову (рис. 7.1). На комбайнах різних компаній можуть установлювати ведучі мости, виготовлені одним заводом-виробником.

Несучою основою моста є трубчаста балка 12 прямокутної форми. На відміну від комбайнів старих моделей, коли всередині порожньої трубчастої балки переднього моста розміщували всі підшипникові вузли й інші елементи приводу, нині балка виконує лише функцію забезпечення необхідної жорсткості несучої системи. За допомогою кронштейнів 6

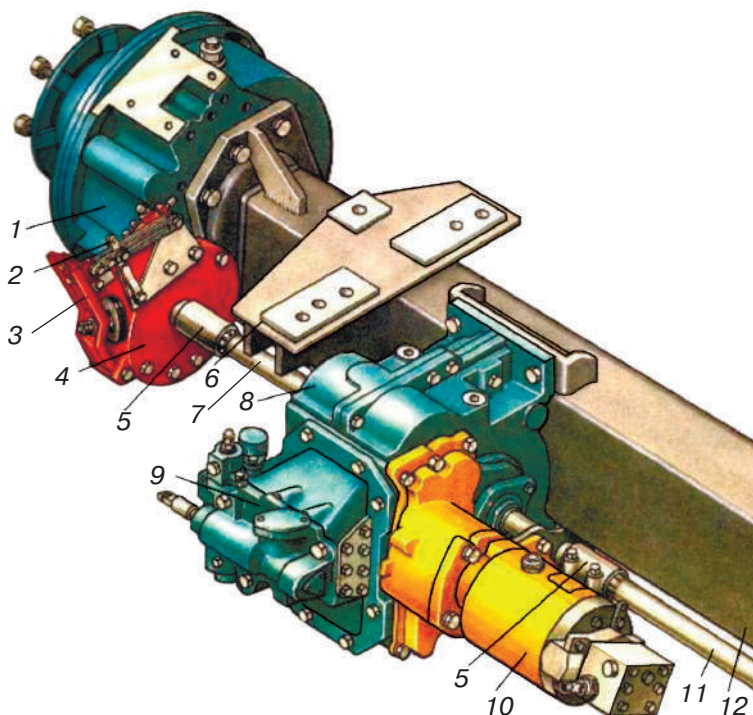


Рис. 7.1. Міст ведучих коліс із гідравлічним приводом:

- 1 — лівий бортовий редуктор; 2 — важіль керування стоянковим гальмом;
- 3 — важіль гальмового гідроциліндра; 4 — дисковий гальмовий механізм лівого бортового редуктора; 5 — з'єднувальні муфти; 6 — кронштейн кріплення моста до молотарки; 7, 11 — ліва та права напіввісь; 8 — коробка діапазонів; 9 — механізм перемикування діапазонів; 10 — гідромотор; 12 — балка моста

балку з'єднують болтами з поздовжніми лонжеронами остова молотарки. На кінцях балки монтують бортові редуктори 1.

Позаду балки встановлено основні елементи трансмісії — коробку діапазонів 8 швидкостей із гідромотором 10. Коробка, як правило, включає два повзуни з вилками, які пересувають рухомі блоки шестерень, а також вала блокування, що фіксує кожний повзун в одній із трьох позицій. Комбайнер управляє повзунами з кабіни спеціальним важелем, з'єднаним із ними за допомогою тяг і двоплечих важелів (або тросових систем). Отже, комбайнер, залежно від марки машини, має можливість вибрати для роботи один із трьох (частіше чотирьох) швидкісних діапазонів. Завдяки варіюванню частотою обертання валу гідромотора забезпечується безступінчаста зміна швидкості руху комбайна в діапазоні 0–27 км/год. Реверсування приводу дає змогу рухатися в тому ж діапазоні швидкостей заднім ходом.

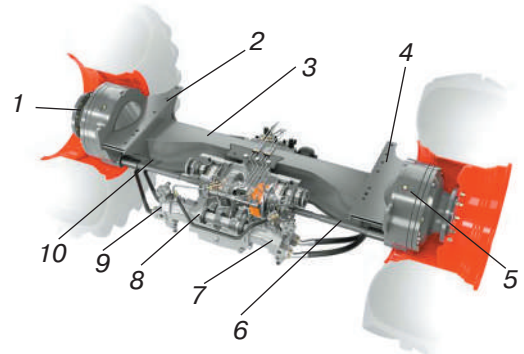
У коробці діапазонів 8 розміщено також диференціал, який дає змогу ведучим колесам рухатися на повороті з різною швидкістю. Його півосі 7, 11 передають крутний момент на ведучий вал відповідного бортового редуктора через з'єднувальні муфти 5.

На деяких комбайнах, наприклад «Lexion», для підвищення тягових якостей та прохідності в екстремальних умовах у моста ведучих коліс (рис. 7.2) передбачено блокування диференціала. Воно здійснюється дистанційно за допомогою електрогідравлічного приводу натисканням кнопки на пульті керування. Блокування може відбуватись автоматично на швидкості менше 10 км/год та куті повороту руля до 15° або в разі виникнення буксування.

**Гальмові механізми.** На вхідному валі в кожний бортовий редуктор встановлено дискові гальмові механізми 4 (рис. 7.1, с. 179). Управління гальмами здійснюється за допомогою двох педалей та гідравлічних виконавчих механізмів. Комбайнер має можливість за потреби (наприклад, при крутому повороті в обмежених проїздах) окремо пригальмувати одне з коліс, яке перекочується по меншому радіусу. В інших випадках педалі блокують клямкою, і гальмування обох коліс у такому

Рис. 7.2. Міст ведучих коліс зернозбирального комбайна «Lexion»:

- 1, 5 — бортові редуктори;
- 2, 4 — кронштейни кріплення моста до молотарки; 3 — балка моста;
- 5 — дисковий гальмовий механізм бортового редуктора;
- 6, 10 — права та ліва півосі;
- 7, 9 — гідромотори; 8 — коробка діапазонів, диференціал, механізм блокування диференціала



разі здійснюється синхронно. У деяких моделях зарубіжних комбайнів конструкція дискових гальмових механізмів ідентична гальмам, які використовують на автомобілях.

Дискові робочі гальма 4 (рис. 7.1, с. 179) виконують також функцію стоянкового гальма, що забезпечує утримання комбайна від мимовільного руху на схилах. Із цією метою вони додатково з'єднані тросом і важільною системою з важелем управління стоянковим гальмом, розміщеним у кабіні праворуч від механізатора. Важіль забезпечений традиційним у таких конструкціях нерухомим зубчастим сектором, собачкою та кнопкою виведення собачки із зачеплення із зубами сектора. При гальмуванні комбайна механізатор натискає на блоковані педалі та після його зупинки переміщує на себе важіль стоянкового гальма, не послаблюючи натиску на педалі. Після фіксації собачки на секторі педалі відпускають. При знятті комбайна зі стоянкового гальма спочатку натискають на заблоковані педалі, а потім виводять кнопку собачку із зачеплення із сектором і плавно переміщують важіль уперед до упору.

Для підвищення безпеки використання на комбайнах «Lexion» крім стоянкового гальма, що керується педаллю, є й автоматичне. Якщо комбайн рухається на швидкості менше 1 км/год більше секунди, або перемикаються передачі, або вимкнено двигун, або комбайнер встав із сидіння — автоматично спрацьовує стоянкове гальмо. Щойно буде активовано важіль приводу, стоянкове гальмо одразу ж вимикається.

**Бортові редуктори** ведучого моста збільшують передаточне число трансмісії, а відповідно, і крутний момент, що передається до ведучих коліс. Найбільше поширення отримали бортові редуктори планетарного типу (рис. 7.3), які жорстко закріплені на балці ведучого моста. При

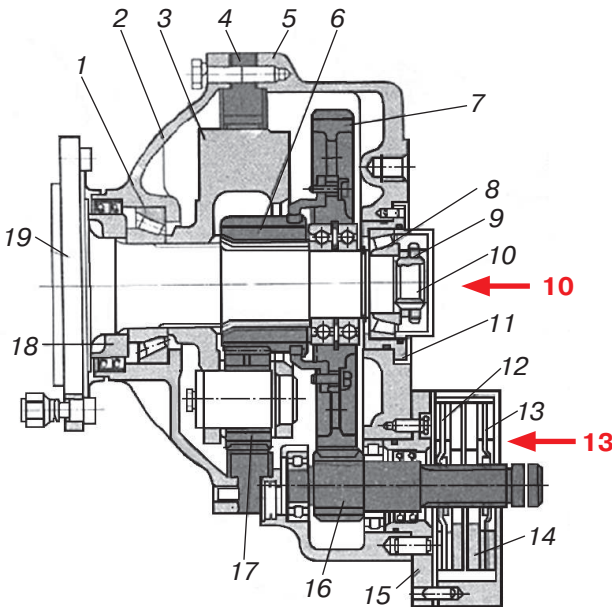


Рис. 7.3. Бортовий редуктор планетарного типу:

- 1, 8 — підшипники осі;
- 2, 10 — кришки; 3 — водило;
- 4 — коронно-зубчасте колесо;
- 5 — корпус; 6 — сонячне зубчасте колесо;
- 7 — колесо зубчасте;
- 9 — гайка; 11 — стакан підшипника; 12 — фрикційний диск гальма; 13 — корпус гальма; 14 — натискний диск гальма; 15 — фланець;
- 16 — вал-шестерня;
- 17 — сателіт;
- 18 — втулка ущільнень;
- 19 — вісь ведучого колеса

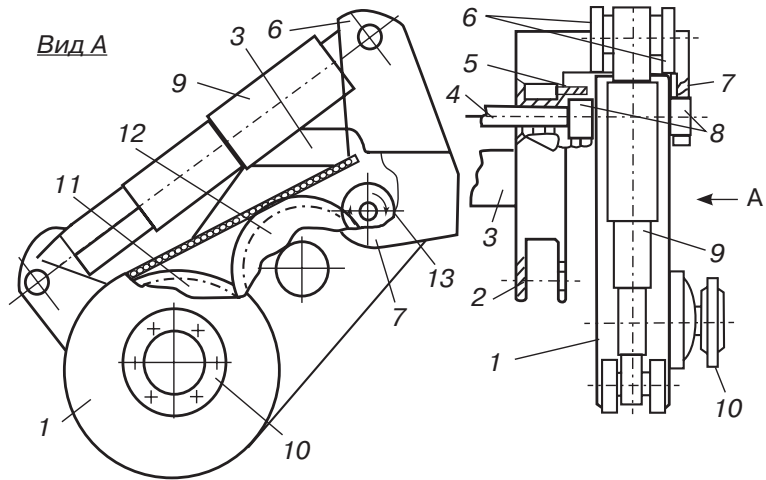


Рис. 7.4. Механізм поперечного вирівнювання комбайна:

1 — корпус бортового редуктора; 2 — монтажні отвори гідроциліндра підняття жатки; 3 — балка моста; 4 — піввісь; 5, 7 — кронштейни повороту корпусу бортового редуктора; 6 — вушка кріплення гідроциліндра; 8 — поворотні цапфи бортового редуктора; 9 — гідроциліндр; 10 — вісь ведучого колеса; 11, 12, 13 — зубчасті колеса

обертанні вала-шестірні 16 зубчасте колесо 7 за допомогою зубчастої втулки приводить у рух сонячне зубчасте колесо 6, що обертається на осі 19 і перебуває в зачепленні з трьома сателітами 17. Останні обкочуються по колесу 4, захоплюючи за собою водило 3.

Інший тип бортових редукторів застосовують на комбайнах із механізмом поперечного вирівнювання під час роботи на схилах (рис. 7.4).

Як правило, такий редуктор має розміщені послідовно в корпусі 1 зубчасті колеса 11–13. При цьому корпус бортового редуктора змонтований у кронштейнах 5, 7 поперечної балки моста 3 на поворотних цапфах 8. Від мимовільного повороту корпус 1 утримує гідроциліндр 9. Змінюючи вихід штока циліндра 9, можна коригувати кут нахилу корпусу 1. При цьому змінюється положення осі 10 ведучих коліс відносно балки моста 3 (одне колесо переміщується вгору, а інше — вниз), через що комбайн залишається у вертикальному положенні навіть на схилах (рис. 7.5). Керує процесом вирівнювання автоматика завдяки розміщеним на корпусі моста датчикам нахилу (на схемі не показано). Так, шасі комбайна «Lexion», обладнаного системою «Montana», може компенсувати поперечний нахил до 18%. Датчики кута нахилу визначають положення комбайна, а гідравлічні поворотні циліндри 1, 4 (рис. 7.5) повертають бортові редуктори 2, 3 так, щоб комбайн залишався вертикальним. Це дає змогу обмолочувати, сепарувати й очищати зерно на крутих схилах так само ефективно, як і на рівній поверхні.





Рис. 7.5. Поворот бортових редукторів ведучого моста для поперечного вирівнювання комбайна та його положення на поперечному схилі:

1, 4 — гідроциліндри повороту бортових редукторів; 2, 3 — бортові редуктори

Моделі комбайнів «Fendt 5275 C» і «Fendt 6335 C» поставляють із встановленою системою вирівнювання «ParaLevel». Мости й бортові редуктори такої системи з'єднані в конструкцію, що має форму паралелограма (рис. 7.6).

Гідравлічні циліндри, розташовані по боках моста, зміщують паралелограм, що спричиняє підняття або опускання правих чи лівих коліс і вирівнювання комбайна на схилі з ухилом до 20 %. При цьому, як і в попередньому випадку, системи обмолочування, сепарації та очищення залишаються в горизонтальному положенні, забезпечуючи максимальну ефективність збирання врожаю. Комбайни із системою вирівнювання «ParaLevel» можуть бути укомплектовані повним приводом, який збільшує тягу й додатково підвищує безпеку роботи навіть на схилах.

Окрім вирівнювання шасі, система «ParaLevel» пропонує додаткові корисні функції. Так, оператор може обирати між робочим і транспортним режимами. У робочому режимі безпечно збирання на схилах гарантує збільшення ширини колії комбайна. А в транспортному режимі навпаки — передній міст опускається, а ширина колії комбайна зменшується до 3,5 м, що відповідає нормам, установленим Правилами дорожнього руху.

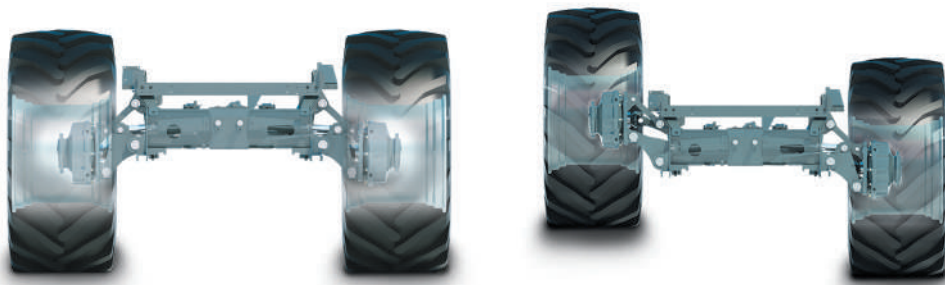


Рис. 7.6. Паралелограмна конструкція моста комбайнів «Fendt 5275 C» і «Fendt 6335 C»



Рис. 7.7. Комбайн «Fendt» із системою «Integrale»

Крім системи «ParaLevel», що компенсує поперечний нахил переднього моста, на комбайнах додають систему «Integrale», яка слугує для компенсації поздовжнього нахилу. Така система здатна вирівнювати комбайн у поздовжній площині (рис. 7.7) з ухилом до 30 % під час руху вгору й до 10 % під час руху вниз схилом.

Поєднання систем «ParaLevel» та «Integrale» дає змогу комбайну підтримувати точне горизонтальне положення навіть на дуже крутих схилах. Це забезпечує оптимальний, рівномірний потік маси по похилій камері, молотильно-сепарувальному пристрою, соломотрясу та системі очищення, гарантуючи високу якість обмолочування й чистоту зерна як на рівнинній місцевості, так і на крутих схилах.

## 7.2. Мости напрямних (задніх) коліс

Основою моста керованих коліс є несуча балка 6 (рис. 7.8) змінного перерізу з трубчастою віссю 2, на яку спирається рама молотарки через роз'ємні підшипники ковзання. Таке з'єднання дає змогу мосту напрям-

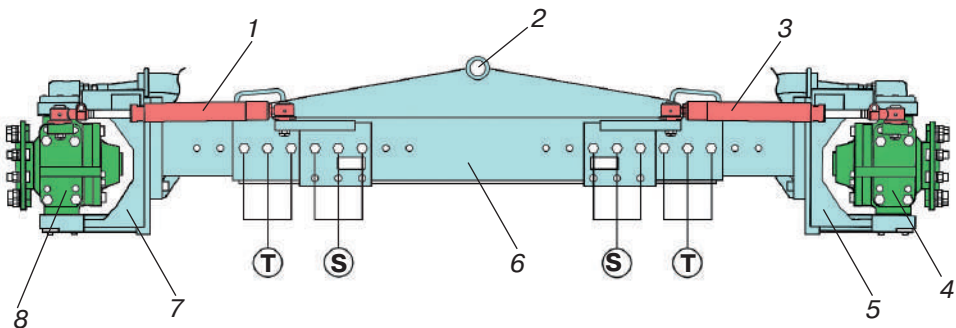


Рис. 7.8. Міст напрямних коліс із можливістю регулювання ширини колії:

- 1, 3 — гідроциліндри; 2 — трубчаста вісь; 4, 8 — поворотні кулаки;  
5, 7 — кронштейни; 6 — балка; S і T — болти фіксації

них коліс провертатись у поперечній площині для надійного зчеплення коліс із ґрунтом навіть на нерівній поверхні. На торцях балки розміщено кронштейни 5, 7, у яких за допомогою шворнів встановлено поворотні кулаки 4, 8. Вони мають маточини, що обертаються на роликових підшипниках, і спеціальні фланці, до яких кріпляться колеса.

Колеса повертаються за допомогою двох гідроциліндрів 1 і 3, штоки яких з'єднані з поворотними важелями, закріпленими на поворотних кулаках. У деяких комбайнах повертання коліс здійснює один гідроциліндр, а поворотні кулаки додатково з'єднуються поперечною рульовою тягою.

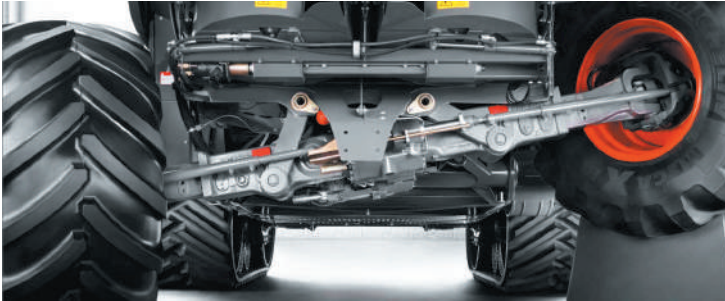


Рис. 7.9. Чотиришарнірна вісь керованих коліс комбайна «Lexion»

На комбайнах «Lexion» компанії «Claas» може бути встановлено чотиришарнірну вісь керованих коліс (рис. 7.9). Така конструкція забезпечує підвищену маневреність навіть у разі використання великих шин діаметром до 1,65 м і високої вантажопідйомності.

На нерівності ґрунту така вісь працює не тільки як звичайна маятникова вісь коливальним рухом навколо осі навішування, а також із додатковим рухом убік. Це дає змогу здійснювати повороти з малим радіусом розвороту.

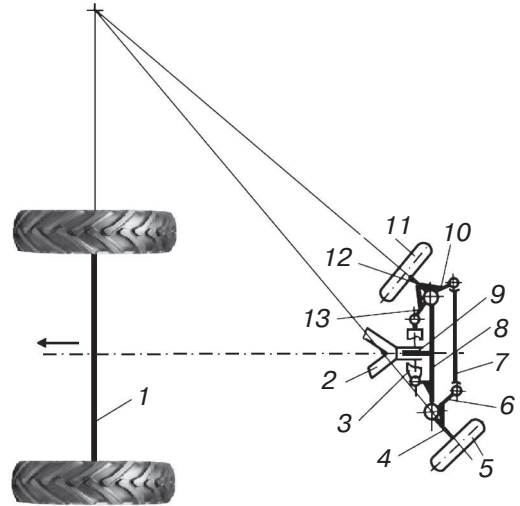
Як і будь-яка самохідна машина, зернозбиральний комбайн повинен здійснювати поворот так, щоб керовані осі обертання коліс перетиналися в одній точці (рис. 7.10, с. 186) з віссю обертання коліс переднього моста. Таку геометрію повороту забезпечує рульова трапеція, що включає балку 8 заднього моста, важелі 6, 10 поворотних кулаків 4, 12 і поперечну рульову тягу 7. Переміщення рухомих елементів рульової трапеції здійснює гідроциліндр 3 рульового керування.

У реальних конструкціях різних виробників комбайнів можливі також інші варіанти виконання механізму рульового керування, коли для повороту коліс використовують два гідроциліндри, встановлені позаду балки моста.

Поворотний кулак провертається відносно балки заднього моста на шворні 5 (рис. 7.11, с. 186), який зафіксований у бобишках кронштейна 10 конусним клином 9, що утримує його від повороту й переміщення уздовж осі. Шворінь нахилений до вертикалі на  $8^\circ$  для легшого повернення керованих коліс до прямолінійного кочення після закінчення поворота.

Рис. 7.10. Принципова схема повороту зернозбирального комбайна:

- 1 — передній міст; 2 — рама комбайна; 3 — гідроциліндр;  
 4, 12 — поворотні кулаки;  
 5, 11 — колеса керовані;  
 6, 10 — важелі рульової трапеції;  
 7 — поперечна рульова тяга;  
 8 — балка; 9 — поздовжня вісь повороту заднього моста;  
 13 — кронштейн поворотного кулака



ту. Бронзові втулки 7 (рис. 7.11), запресовані у вушках поворотних кулаків, з опорними шайбами 8, 11 утворюють підшипники ковзання.

Маточину 13 колеса встановлюють на двох конічних роликопідшипниках, зовнішні кільця яких розміщені в маточині, а внутрішні — на осі поворотного кулака. Обертанням гайки 1 здійснюють регулювання зазору в підшипниках. Відрегульоване колесо має вільно обертатися без осьового зазору. Від забруднення підшипники захищені манжетою 4 і ковпаком 15, оснащеним масляною 16.

На фланці маточини болтами 12 кріплять колесо, зварене зі штампованого диска та профільованого обода, на який монтують шину.

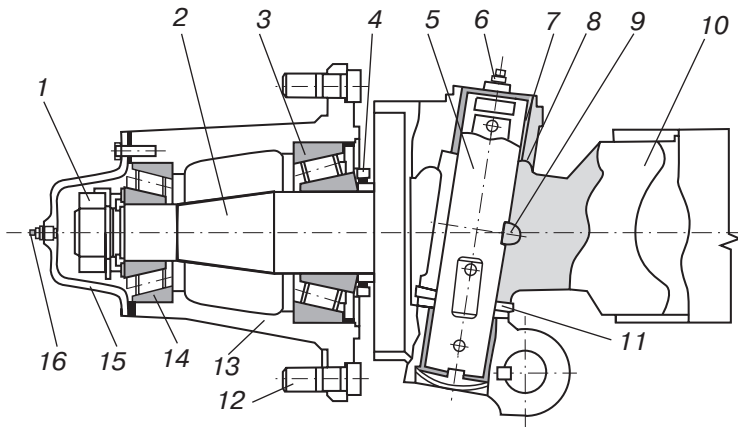


Рис. 7.11. Поворотний кулак у зборі:

- 1 — гайка; 2 — поворотний кулак; 3, 14 — підшипники; 4 — манжета; 5 — шворінь; 6, 16 — маслянки; 7 — бронзова втулка; 8, 11 — опорні шайби; 9 — клин шворня; 10 — кронштейн балки; 12 — болт; 13 — маточина; 15 — ковпак маточини

Шина з протектором підвищеної прохідності забезпечує комбайну необхідну керованість і прохідність на м'яких і вологих ґрунтах.

Сходження керованих коліс регулюють зміною довжини поперечної рульової тяги 7 (рис. 7.10). Сходження коліс вважають правильним, якщо відстань між їхніми ободами, заміряна на рівні центрів коліс у передній частині, буде на 18 мм менша, ніж задня. При цьому зношування протекторів, а отже, і довговічність шин будуть у межах норми. Технічне обслуговування полягає в постійній перевірці з'єднань моста керованих коліс, періодичному змащуванні складальних одиниць, регулюванні підшипників та сходження коліс.

### 7.3. Рушії

Рушії ходових систем багато в чому визначають властивості зернозбиральних комбайнів — тягово-зчіпні властивості, маневреність; прохідність і терміни виконання збиральних робіт; швидкість і продуктивність робіт; буксування, подрібнення верхнього шару й ущільнення глибинних шарів ґрунту, які в цілому впливають на повітро- й водозабезпечення ґрунту та на ріст коріння рослин.

Створення нових високопродуктивних комбайнів із великим об'ємом бункера й важким начіпним обладнанням призводить до значного підвищення їхньої маси. Тому для забезпечення високих тягових якостей при мінімальному пошкодженні структури ґрунту на комбайнах установлюють радіальні широкі шини великого діаметра (передні — понад 2 м). Такі шини відрізняються значною площею опорної поверхні (а отже, низьким питомим тиском на ґрунт) і високими зчіпними якостями. У цілому такі шини менше схильні до пробуксовування і знижують витрату пального.

Тиск у шинах має відповідати властивостям опорної поверхні (тверда дорога чи м'яка поверхня поля).

Для зменшення питомого тиску на ґрунт під час виконання збиральних робіт на полі та підвищення тягових якостей комбайнів деякі моделі, наприклад «Lexion 770–750», можуть бути обладнані системою контролю та регулювання тиску в шинах. Комбайнер регулює тиск у шинах із кабіни за допомогою електронної системи CEBIS. Значення тиску в шинах для роботи в полі або для руху по дорогах може бути задане комбайнером і надалі автоматично встановлюється відповідно до умов, які переважають на полі чи на дорозі. Як альтернативне рішення, тиск у шинах може бути встановлено вручну за допомогою двопозиційного перемикача в кабіні.

Завдяки зниженню тиску в шинах під час роботи в полі (рис. 7.12, с. 188) зменшується ущільнення ґрунту, знижується ризик пробуксовування й підвищується тяга. При транспортних переїздах по дорогах збільшення тиску забезпечує підвищення стійкості руху та зменшення витрати пального.





Рис. 7.12. Збільшення діаметра, ширини шини та зниження тиску в ній збільшує опорну поверхню (пляму контакту шини з опорною поверхнею)

Нова конструкція шин допускає зниження в них тиску за повної вантажопідйомності в межах 0,6–1,1 бар, тобто на 35 % менше порівняно зі стандартними шинами аналогічного розміру. Такі шини забезпечують більшу на 22 % опорну поверхню, ніж стандартні шини за однакової транспортної ширини (рис. 7.13)

Основним способом зменшення ущільнення, особливо на глибині ґрунту, є розподіл маси машини по найбільшій площі. Результати дослідження свідчать про те, що мала площа плями контакту шин із ґрунтом, підвищений

тиск на ґрунт та обмежена кількість коліс спричиняють високе точкове навантаження.

Велику потужність високопродуктивних комбайнів уже не можна повною мірою реалізувати колісною ходовою системою. Тому на нових моделях установлюють гусеничні візки замість ведучих коліс (рис. 7.14).

У гусеничного рушія тягове зусилля створюється за рахунок перемотування нескінченних гусеничних стрічок, а опорні котки перекочуються по їхній гладенькій внутрішній поверхні. Такий рушій забезпечує не тільки підвищену прохідність і високі тягові якості, а й за рахунок великої площі контакту гусениць із ґрунтом — також низький питомий тиск на ґрунт: 11,8–118 кН/м<sup>2</sup> (0,12–1,2 кгс/см<sup>2</sup>), тобто менший, ніж питомий тиск ноги людини, що значно зменшує ущільнення ґрунту й, відповідно, зберігає його родючість.

Чимало потужних комбайнів уже оснащені гусеничними рушіями. Наприклад, на напівгусеничному ході випускають комбайни «Deutz-



Рис. 7.13. Збільшення плями контакту шини з опорною поверхнею в разі використання нових конструкцій шин



Рис. 7.14. Гусенична система  
«Fendt Atrak»

Fahr 9206 TS» і «Torum 750», «Torum 785» із повним приводом. А компанія «Claas» уже понад 20 років пропонує зернозбиральний комбайн «Lexion Terra Trac» на напівгусеничному ході. Такі машини випускає також і корпорація AGCO (під брендом «Massey Ferguson»).

Щоб захистити покриття доріг від руйнування та знизити вплив вібрації на ґрунт, використовують гумово-тросові гусениці з автоматичним натягом. Вони рівномірно розподіляють тиск по опорній поверхні, що зменшує деформацію, ущільнення та руйнування структури ґрунту.

Виробник сільськогосподарської техніки «Fendt» пропонує для своїх комбайнів гусеничну систему «Fendt Atrak» (рис. 7.14). Комбайн, оснащений такою ходовою системою, має високе тягове зусилля й низький питомий тиск на ґрунт, рухається більш плавно на високих швидкостях, що забезпечує підвищений комфорт водіння й точне керування жаткою. Із гусеничною системою комбайна «Lexion» можна ознайомитись, перейшовши за QR-кодом.

На багатьох моделях комбайнів використовують трикутну конструкцію гусениць (рис. 7.15). Вона забезпечує належний дорожній провіт і високу прохідність на ґрунтах із низькою несучою здатністю. А 5-точкова шарнірна конструкція з малою відстанню між шарнірними з'єднаннями й опорними котками — копіювання рельєфу та надійне зчеплення з ґрунтом.



Рис. 7.15. Трикутна конструкція гусениць комбайна «John Deere»



Рис. 7.16. Копіювання рельєфу трикутною гусеницею комбайнів «John Deere»

За рахунок трикутного профілю виникає ефект «виштовхування» гусениці з багнюки, а більша довжина нижньої сторони забезпечує велику площу опорної поверхні, але при цьому не збільшує загальну довжину комбайна. Ґрунтозачепи таких гусениць мають високий профіль, що забезпечує добре зчеплення з ґрунтом і самоочищення.

Нова конструкція підвіски гусениць, запатентована компанією «John Deere», має п'ять шарнірів, що забезпечує копіювання рельєфу (рис. 7.16). Герметичні редуктори та підшипники виключають потребу в регулярному змащуванні.

У нових конструкціях замість кріплення до стрічки окремо виготовленого протектора, як в інших моделей, гусениця виготовляється як єдиний елемент і має всередині 4-шарове сталеве зміцнення.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть, як побудовано передній ведучий міст сучасного зернозбирального комбайна. Для чого призначений диференціал?
2. Поясніть, навіщо педалі гальм блокують клямкою та в яких випадках їх розблоковують.
3. Обґрунтуйте необхідність використання на комбайнах «Lexion» автоматичного стоянкового гальма. У яких випадках воно спрацьовує?
4. Поясніть необхідність установлення на ведучому мосту бортових редукторів. Як вони побудовані?
5. Проаналізуйте особливості встановлюваних на комбайнах бортових редукторів, які оснащені механізмом поперечного вирівнювання під час роботи на схилах.
6. Поясніть особливості будови та роботи ведучих мостів комбайнів «Fendt 5275 C» і «Fendt 6335 C» із системою вирівнювання «ParaLevel».
7. Поясніть, як повертає зернозбиральний комбайн та як побудований міст напрямних коліс.
8. Для чого на комбайнах «Lexion» встановлюють чотиришарнірну вісь керованих коліс?
9. Знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови ходової частини сучасних комбайнів і проаналізуйте перспективи розвитку шин і гусениць для зменшення питомого тиску на ґрунт і підвищення тяги.
10. Виконайте тестове завдання.  
Визначте, що забезпечує зниження тиску в шинах та використання гусеничного рушія під час польових робіт
  - А збільшення ущільнення ґрунту
  - Б зменшення ущільнення ґрунту, зниження пробуксовування й підвищення тяги
  - В зменшення плями контакту рушія з ґрунтом
  - Г зменшення тягового зусилля

## Розділ 8

### ГІДРОСИСТЕМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

На зернозбиральних комбайнах використовують гідросистеми з об'ємним гідроприводом, у якому робочою рідиною є моторне або гідравлічне масло.

Гідропривід забезпечує безступінчасту зміну параметрів роботи виконавчих механізмів, що дає змогу швидко адаптуватися до змінних умов роботи комбайна. Крім того, гідравлічний привід може передавати потужність на досить великі відстані за низької металоємності системи. Гідросистема разом з електрообладнанням та електронним керуванням забезпечують надійність і простоту управління (зокрема, й автоматично) всіма операціями, які виконують на комбайні.

Основними гідропристроями таких гідросистем є об'ємні гідромашини — гідронасоси та гідродвигуни. Крім того, гідросистеми мають гідропідциліндри, гідророзподільну апаратуру (розподільники, клапани та ін.), фільтри, теплообмінники, гідроємності (баки, гідроакумулятори) та гідролінії (трубопроводи, гнучкі рукави високого тиску та ін.).

Гідравлічні насоси приводять у дію від двигуна комбайна. Вони призначені для перетворення механічної енергії на енергію тиску рідини та створення робочого потоку. Безвідмовність роботи всієї гідросистеми комбайна залежить передусім від працездатності насосів.

Гідромотори перетворюють енергію потоку робочої рідини, яку подають гідронасоси, в енергію обертання валів, що приводять у дію виконавчі механізми машин та обладнання.

Гідравлічні системи зернозбирального комбайна, як правило, складаються з трьох незалежних гідросистем: основної, рульового керування та приводу ведучих коліс.

Загальну схему з'єднань гідросистеми зернозбирального комбайна РСМ-181 «Торум-740» показано на *рисунку 8.1 (с. 192)*.

#### 8.1. Основна гідросистема

Основна гідросистема призначена для керування положенням виконавчих органів комбайна (піднімання й опускання жатки, мотовила, керування варіаторами мотовила та молотильного барабана, поворотом вивантажувального шнека, увімкненням реверсу похилої камери, роботи вібраторів бункера та ін.) та для приводу активних робочих органів — наприклад гідроприводу мотовила чи вентилятора.

Структура основної гідросистеми залежить від конструкції й технічного рівня комбайна. На комбайнах останніх моделей використовують уніфіковані вузли й агрегати. Тому розглянемо характерні особливості найбільш поширених схем.

Гідробаки системи призначені для розміщення необхідного об'єму робочої рідини, компенсації різниці об'ємів робочих порожнин гідроци-

ліндрів, компенсації витоків, охолодження масла, його відстоювання, випуску парів і повітря. Їхня конструкція істотно впливає на збереження маслом своїх властивостей та надійність роботи всієї гідравлічної системи.

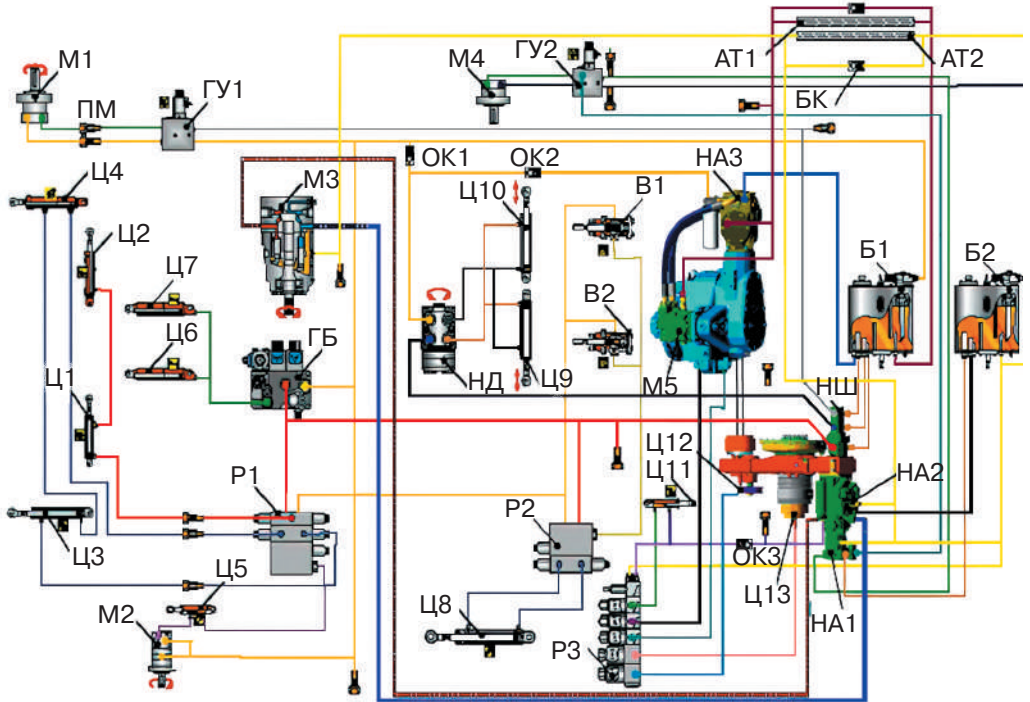


Рис. 8.1. Загальна схема з'єднань гідросистеми зернозбирального комбайна РСМ-181 «Торум-740»:

Ц1 і Ц2 — гідроциліндри вертикального переміщення мотовила; Ц3 та Ц4 — гідроциліндри горизонтального переміщення мотовила; Ц5 — гідроциліндр увімкнення реверсу похилої камери; Ц6 і Ц7 — гідроциліндри підняття похилої камери; Ц8 — гідроциліндр повороту вивантажувального шнека; Ц9 і Ц10 — гідроциліндри моста керованих коліс; Ц11 — гідроциліндр увімкнення механізму вивантаження зерна; Ц12 — гідромуфта ввімкнення редуктора ротора; Ц13 — гідромуфта ввімкнення головного контрприводу; В1 та В2 — гідроциліндри вібраторів бункера; Б1 і Б2 — гідробаки; М1 — гідромотор обертання мотовила; М2 — планетарний гідромотор механізму реверсу похилої камери RW-400; М3 — гідромотор приводу ходової частини; М4 — гідромотор приводу вентилятора очищення; М5 — гідромотор приводу ротора; Р1, Р2 та Р3 — електрогіддорозподільники; ГБ — головний блок; НА1 — насос аксіально-плунжерний приводу вентилятора очищення; НА2 — насос аксіально-плунжерний приводу ходової частини; НА3 — насос аксіально-плунжерний приводу ротора; НШ — тандем шестерних насосів; НД — насос-дозатор рульового керування; ПМ — напівмуфта; ОК1, ОК2 та ОК3 — зворотні клапани; БК — байпасний клапан; ГУ1 — гідроблок пропорційного керування частотою обертання мотовила; ГУ2 — гідроблок пропорційного керування частотою обертання вентилятора очищення; АТ1 та АТ2 — радіатори охолодження гідравлічної рідини



Перехід від гідророзподільників із ручним керуванням на електрогідророзподільники дав змогу виключити зі схеми канали та трубопроводи керування, властиві гідросистемам комбайнів попередніх поколінь. При цьому спростилися за конструкцією й самі секції розподільників. Золотник кожної секції має на кінцях дві котушки керування. При проходженні струму через одну з них золотник переміщується в осьовому напрямку, забезпечуючи з'єднання відповідного трубопроводу з нагнітальною або зливною магістраллю.

Гідроциліндри є об'ємними гідромашинами, призначеними для перетворення енергії потоку робочої рідини в механічну енергію переміщення штока.

## 8.2. Гідросистема приводу ведучих коліс

Гідросистема приводу ведучих коліс призначена для передавання енергії від дизеля до ведучих коліс шляхом перетворення механічної енергії на енергію тиску потоку рідини в гідронасосі та наступного перетворення її в механічну в гідромоторі. Крім того, вона забезпечує безступінчасту зміну швидкості комбайна в межах кожного з трьох чи чотирьох діапазонів коробки передач під час руху вперед і назад.

Необхідність безступінчастого регулювання швидкості руху комбайна пов'язана з тим, що під час його роботи не можна змінювати частоту обертання колінчастого вала двигуна, оскільки робочі органи потребують певного режиму (частоти обертання чи коливальних рухів). На полі зріджені ділянки з прямостійними стеблами змінюються смугами густих чи полеглих рослин або ж трапляються дуже засмічені ділянки. Щоб забезпечити максимальне завантаження комбайна та його високу продуктивність, необхідно швидко реагувати на ситуацію, насамперед шляхом зміни швидкості руху. Саме тому комбайн повинен мати трансмісію, яка забезпечить безступінчасту зміну швидкості руху.

Передання крутного моменту на рушії комбайна може здійснюватися за однією з трьох схем, зображених на *рисунку 8.2 (с. 194)*.

На комбайнах старих моделей, як-от «Нива», було встановлено механічну трансмісію (*рис. 8.2, а*), у якій для зміни швидкості руху використовували клинопасовий варіатор 2 та коробку передач 4. На сучасних комбайнах така трансмісія практично не застосовується.

Варіант гідравлічного приводу з одним гідронасосом 8 (*рис. 8.2, б*) та двома гідромоторами 10 для приводу правого й лівого коліс на комбайнах також використовують рідко.

Найбільш поширена схема, зображена на *рисунку 8.2, в*. У такій трансмісії безступінчаста зміна швидкості руху відбувається регулюванням подання робочої рідини від гідронасоса 8 до гідромотора 9 і додатково ступенево змінюється в механічній коробці передач 4.

Найбільш зручними та надійними пристроями, що дають змогу безступінчасто змінювати швидкість руху, є передача, що має регулюва-

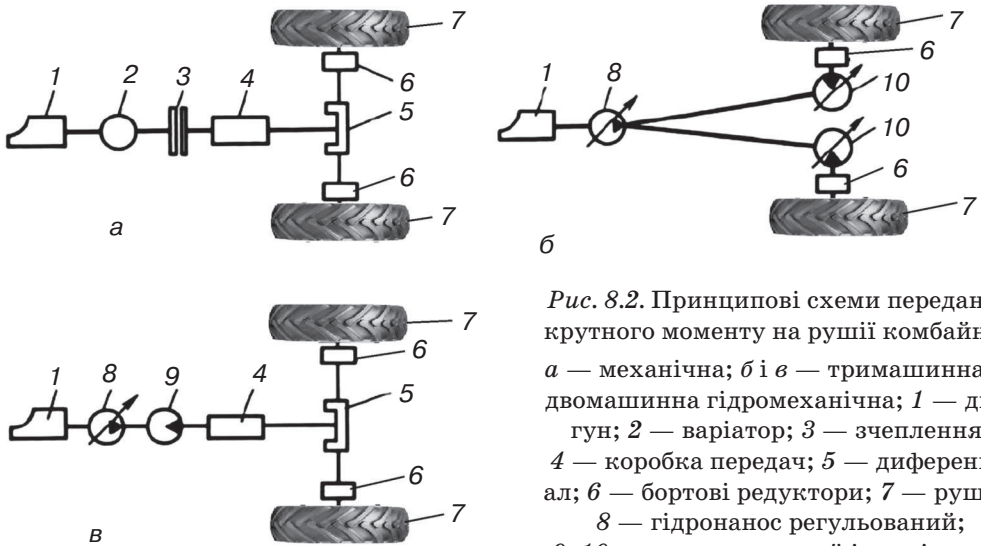


Рис. 8.2. Принципові схеми передавання крутного моменту на рушії комбайнів: а — механічна; б і в — тримашинна та двомашинна гідромеханічна; 1 — двигун; 2 — варіатор; 3 — зчеплення; 4 — коробка передач; 5 — диференціал; 6 — бортові редуктори; 7 — рушії; 8 — гідронасос регульований; 9, 10 — нерегульований і ступінчато регульований гідромотори

ний гідронасос і гідромотор. Гідроб'ємна трансмісія не має зчеплення і легко керується багатофункціональним джойстиком. Проте в разі передачі великої потужності за малих обертів така передача має низький ККД. Тому повністю виключити з трансмісії комбайна механічні передачі неможливо. Компроміс між зручністю, надійністю та ціною привів до створення загальноприйнятої гідромеханічної трансмісії. Її ККД на 10–12 % нижчий, а собівартість вища, ніж у механічних трансмісій, проте додаткові витрати значно компенсуються підвищенням надійності роботи та зручністю керування комбайном.

Така схема керування сприяє збільшенню продуктивності за рахунок точного регулювання швидкості руху комбайна відповідно до змінних польових умов.

Розглянемо принцип роботи гідравлічної частини гідромеханічного приводу ведучих коліс.

Аксіально-поршневий насос 4 (рис. 8.3) подає робочу рідину по нагнітальній магістралі 9 або 17 до тягового аксіально-поршневого гідромотора 15. По зливній магістралі (17 або 9, залежно від напрямку обертання) воно повертається до насоса. У такий спосіб насос 4, магістралі 9, 17 і гідромотор 15 утворюють замкнений контур, у якому під час руху комбайна циркулює робоча рідина. Зворотні клапани 10 замикають його у відповідних магістралях, а запобіжні клапани 11, 12 обмежують максимальний тиск величиною 35 МПа.

Напрямок потоку й об'єм робочої рідини, що подається аксіально-поршневим насосом, залежать від нахилу шайби або блока циліндрів. Його змінюють за допомогою важільного механізму або гідропідсилювача, що включає золотник 7 і сервоциліндр 5. Керують золотником із

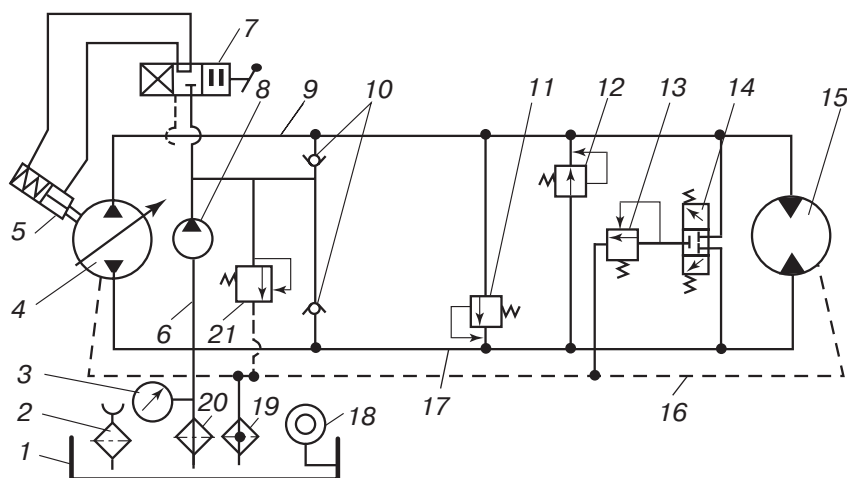


Рис. 8.3. Схема гідрооб'ємної передачі приводу ведучих коліс самохідного комбайна:

1 — бак; 2 — фільтр грубого очищення заливної горловини; 3 — вакуумметр; 4 — регульований аксіально-поршневий насос; 5 — сервоциліндр; 6 — всмоктувальна магістраль; 7 — золотник гідропідсилювача управління; 8 — насос підживлювальний; 9, 17 — масляні магістралі; 10, 13 — зворотний та зливний клапани; 11, 12 — запобіжні клапани основної лінії; 14 — золотник; 15 — аксіально-поршневий гідромотор; 16 — дренажна лінія; 18 — термометр; 19 — охолоджувач робочої рідини (радіатор); 20 — фільтр тонкого очищення; 21 — запобіжний клапан підживлювальної лінії

місця комбайнера за допомогою спеціального важеля, розміщеного в зоні дії правої руки. За допомогою переміщення важеля вперед чи назад здійснюється реверсування приводу та зміна швидкості руху комбайна.

У процесі роботи частина робочої рідини просочується через зазори обертових і ковзних пар у гідронасосі та гідромоторі й відводиться дренажною лінією 16 через охолоджувач 19 у бак 1. Витік компенсує підживлювальний насос 8 шестеренного типу, що нагнітає робочу рідину з бака по всмоктувальній магістралі 6 до зворотних клапанів. Температура робочої рідини в баку, що контролюється термометром 18, не повинна перевищувати  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Розрідження в лінії 6 не повинне перевищувати 25 Па. Інакше треба поміняти відповідний фільтрувальний елемент. Тиск у підживлювальній лінії (близько 1,5 МПа) обмежує запобіжний клапан 21. Золотник 14 і клапан 13 підтримують постійний тиск (1,4 МПа) в зоні низького тиску. Золотник 14 включається автоматично, незалежно від тиску в магістралі високого тиску.

Загальну схему з'єднання агрегатів гідрооб'ємної передачі та потоки робочої рідини зображено на *рисунку 8.4* (с. 196).

Під час роботи на комбайні, оснащеному гідрооб'ємною трансмісією, потрібно дотримуватися певних правил та обмежень, що гарантують безпеку й безаварійність роботи. Потрібно надійно захищати трубопро-

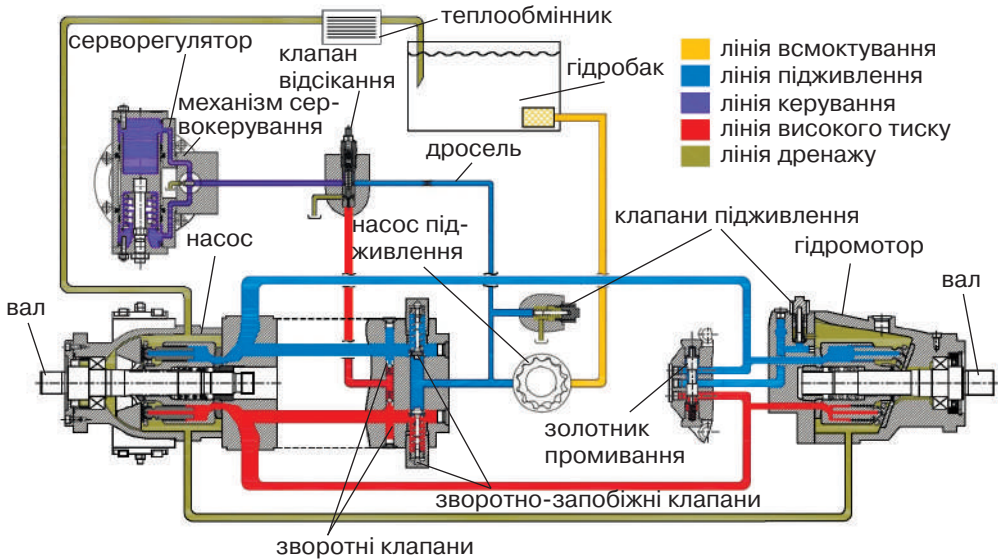


Рис. 8.4. Гідрооб'ємна трансмісія приводу ведучих коліс комбайна

води високого тиску. Не можна перебувати біля них під час пробних пусків або підтягувати з'єднання в мастилопроводах, коли двигун працює. Не слід торкатися гарячих трубопроводів, а також буксирувати комбайн із ввімкненою передачею (тоді двигун починає працювати в режимі насоса), вимикати двигун і перемикає передачі на спуску. Плавне гальмування та зупинку машини здійснюють переміщенням рукоятки керування в нейтральне положення. Екстремне гальмування комбайна можна здійснювати лише при нейтральному положенні рукоятки керування передачею.

Для підвищення тягових якостей та прохідності комбайнів мости напрямних коліс можуть бути також обладнані гідравлічним приводом (рис. 8.5). Увімкнення додаткового ведучого моста здійснюється натисканням на кнопку на консолі керування в кабіні комбайна.

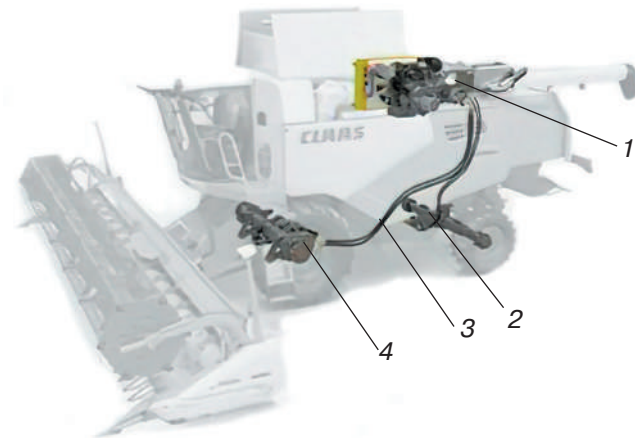


Рис. 8.5. Розміщення агрегатів гідрооб'ємного приводу ведучих коліс повнопривідного комбайна «Claas»:  
 1 — регульований аксіально-поршневий насос;  
 2, 4 — аксіально-поршневий гідромотор заднього та переднього мостів; 3 — гідравлічні магістралі

Рис. 8.6. Гідравлічний привід моста напрямних коліс:

- 1 — гідравлічні магістралі;
- 2 — ведучий задній міст напрямних коліс;
- 3 — аксіально-поршневий гідромотор



У таких конструкціях задній міст виконано ведучим, і на ньому також встановлюють гідромотор (рис. 8.6).

На багатьох сучасних комбайнах насос гідрооб'ємного приводу з'єднують у єдиний блок із насосами основної гідросистеми та гідросистеми рульового керування (рис. 8.7).



Рис. 8.7. Розміщення насосів гідравлічного приводу на комбайні «Claas»

### 8.3. Гідросистема рульового керування

Гідросистема рульового керування призначена для зміни положення напрямних коліс, щоб забезпечити поворот комбайна. Її схему показано на *рисунок 8.8*. Керування поворотом комбайна здійснюють повертанням задніх керованих коліс за допомогою гідроциліндрів 8.



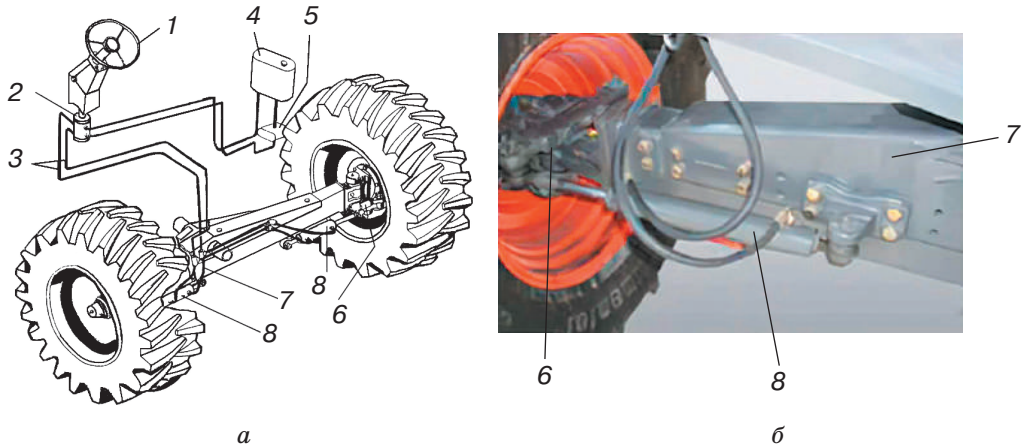


Рис. 8.8. Схема гідросистеми рульового керування комбайна (а) та розміщення гідроциліндра повороту колеса (б):

1 — рульове колесо; 2 — насос-дозатор; 3 — трубопроводи; 4 — гідробак; 5 — масляний шестеренний насос; 6 — механізм повороту коліс; 7 — балка заднього моста; 8 — гідроциліндри

На зернозбиральних комбайнах застосовується гідрооб'ємне рульове керування, в якому відсутній механічний зв'язок між рульовим колесом та поворотними колесами.

Такий привід має значні переваги: у гідрооб'ємному управлінні менше вузлів, ніж у механічному з гідропідсилювачем, оскільки в ньому відсутні черв'ячна або інша передача, довгі поздовжні тяги зі складною конфігурацією, система важелів і шарнірні з'єднання; при повороті керованих коліс водій прикладає зусилля лише для зміщення золотника розподільника, яке порівняно мале, і керувати багатотонною машиною легко; люфт рульового колеса під час роботи становить усього 5–7°; час на технічне обслуговування та регулювання практично зведено до мінімуму, оскільки елементи, що визначають вільний хід рульового колеса, майже не зношуються і немає потреби періодично регулювати вільний хід рульового колеса; незалежне розміщення агрегатів гідрооб'ємного рульового керування дає змогу найбільш зручно розмістити руль, а також інші вузли в кабіні водія.

Під час повороту рульового колеса 12 (рис. 8.9), розміщеного на рульовій колонці в кабіні, провертається вал насоса-дозатора 11. При обертанні шестірні-сателіта останнього відбувається пропуск робочої рідини, що надходить порціями від шестірного насоса 4 у відповідну торцеву порожнину (залежно від напрямку обертання рульового колеса 12) золотника гідророзподільника 19. Золотник зміщується, з'єднуючи відповідні порожнини гідроциліндрів 15, 16 із нагнітальною магістраллю. Штоки гідроциліндрів переміщуються, витісняючи надлишки робочої рідини з вільних від тиску порожнин через гідророзподільник 19 у бак 1.

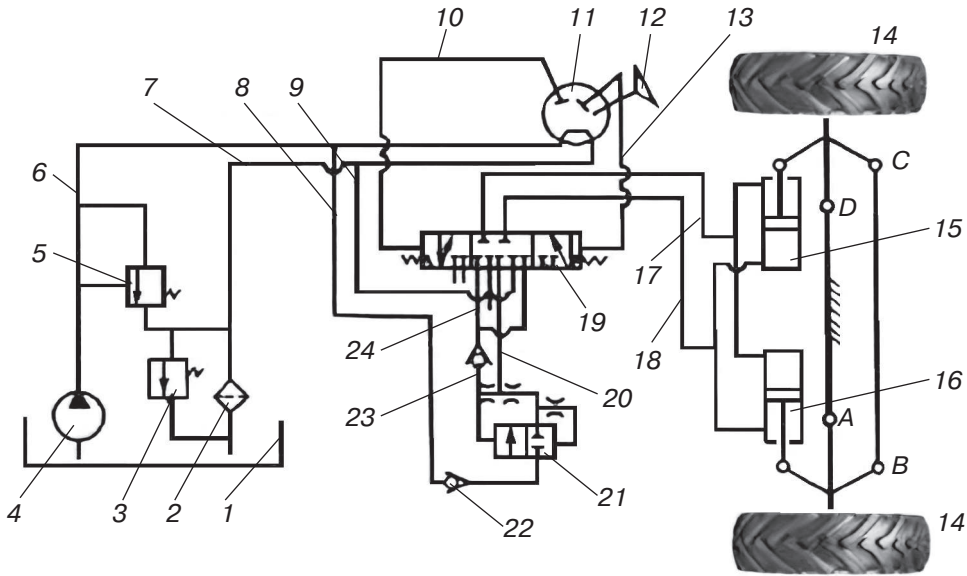


Рис. 8.9. Принципова схема гідросистеми повороту керованих коліс:

- 1 — бак; 2 — фільтр; 3, 5 — запобіжно-переливні клапани; 4 — насос;  
 6, 10, 13, 17, 18, 20, 24 — канали, трубопроводи, гідролінії; 11 — насос-дозатор;  
 12 — рульове колесо; 14 — колеса; 15, 16 — гідроциліндри керованих коліс;  
 19 — гідророзподільник; 21 — клапан підсилювача потоку; 22, 23 — запірні клапани

Об'єм пропущеної через насос-дозатор робочої рідини пропорційний до кута повороту рульового колеса. Що більше обертів рульового колеса здійснить комбайнер, то на більший кут повернуться колеса 14. У разі припинення обертання рульового колеса золотник розподільника під дією пружин повертається у вихідне положення, перекриваючи канали, якими робоча рідина надходить до гідроциліндрів 15, 16 або зливається з них. У такому випадку робоча рідина, що безперервно нагнітається насосом 4, через відкритий запобіжно-переливний клапан 5 і через фільтр 2 зливається назад у бак 1.

Перед початком роботи в холодну пору року потрібно прогріти робочу рідину в системі. Для цього після запуску двигуна комбайна йому дають попрацювати 1–2 хв, а потім на місці повертають руль спочатку в один, а потім в інший бік до кінця. Готовність до руху визначається різким зменшенням зусилля на рульовому колесі та синхронністю його повороту з поворотом керованих коліс заднього моста.

#### 8.4. Система централізованого змащування

Завдяки системі централізованого змащування (рис. 8.10) майже всі точки змащування комбайна автоматично забезпечуються необхідною кількістю мастила. Достатньо лише раз вказати точки й інтервали змащування. На відміну від ручного змащування окремих точок, мастиль-



Рис. 8.10. Система централізованого змащування

ний матеріал подається із централізованої ємності до окремих точок змащування у відповідні строки, запрограмовані комбайнером.

Ця система забезпечує надійне та регульоване змащування на ходу всіх точок змащування, що сприяє збільшенню терміну служби вузлів та підшипників, економній витраті мастильного матеріалу та зниженню витрат на обслуговування.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Обґрунтуйте, з якою метою зернозбиральні комбайни обладнують трансмісіями з безступінчастим регулюванням швидкості руху.
2. Поясніть призначення гідронасосів і гідромоторів, які встановлюють на комбайні.
3. З яких незалежних гідросистем складаються гідравлічні системи зернозбирального комбайна?
4. Поясніть призначення основної гідросистеми. Якими робочими органами керує ця гідросистема?
5. Виконайте порівняльний аналіз різних схем передачі крутного моменту на рушії комбайнів.
6. Обґрунтуйте необхідність використання на зернозбиральних комбайнах, крім гідрооб'ємної трансмісії, додатково механічної коробки передач.
7. Поясніть принцип роботи гідравлічної частини гідромеханічного приводу ведучих коліс.
8. Опишіть, користуючись схемою, послідовність процесів, які відбуваються під час повороту рульового колеса.
9. Знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови гідравлічних систем комбайнів різних виробників. Проаналізуйте переваги та недоліки зазначених конструкцій.
10. *Виконайте тестове завдання.*  
Визначте, що потрібно для прогрівання робочої рідини в гідросистемі рульового керування в холодну пору року
  - А підігріти бак відкритим полум'ям
  - Б не запускаючи двигун, полити бак гідросистеми гарячою водою
  - В після запуску двигуна йому треба дати попрацювати 1–2 хв, а потім повертати руль спочатку в один, а потім в інший бік до кінця
  - Г робочу рідину можна не прогрівати

## Розділ 9

### КАБІНА КОМБАЙНА. СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА КОНТРОЛЮ

#### 9.1. Кабіна й органи керування

Сучасні комбайни обладнують великими зручними кабінами підвищеного комфорту з тепло-, звукоізоляцією та хорошим оглядом передньої півсфери. Це найнеобхідніші елементи раціонального дизайну, які сприяють підвищенню продуктивності праці комбайнера. Крім того, завдяки відеокамерам і великим дзеркалам заднього виду з електричним регулюванням можна контролювати ситуацію позаду машини. Комфортні умови полегшують працю комбайнера, зменшують його втомлюваність і підвищують ефективність збирання врожаю.

Герметичні кабіни комбайнів оснащені органами керування та пристроями контролю за роботою систем та агрегатів. Розглянемо їхнє розміщення та призначення на прикладі комбайнів компанії «Claas» (рис. 9.1) з обладнанням кабіни комбайна «John Deere X9» ознайомимось у відеоогляді на QR-коді.

Комбайнер керує робочими органами комбайна на панелі управління за допомогою клавіш або перемикачів на автоматичний режим (рис. 9.2, с. 202).

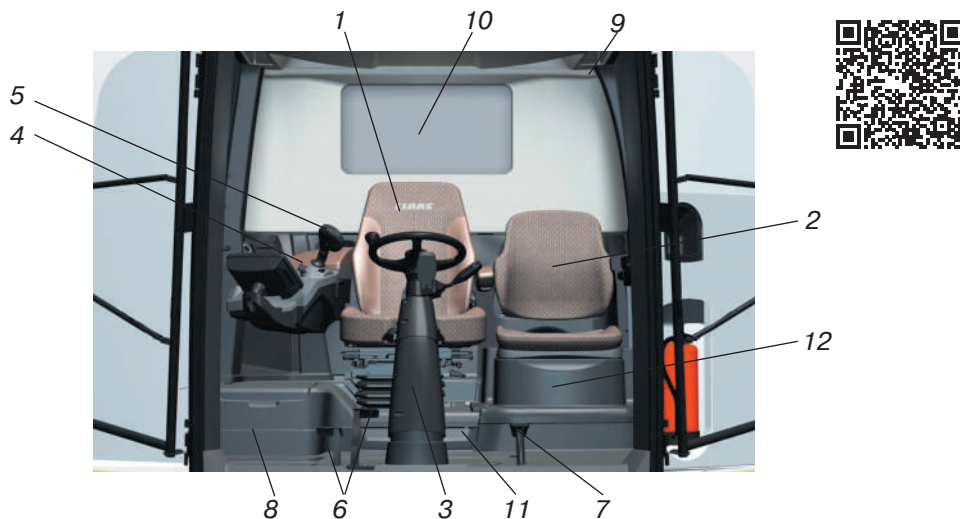


Рис. 9.1. Обладнання кабіни комбайна компанії «Claas»:

1 — сидіння водія; 2 — сидіння інструктора (відкидне); 3 — рульова колонка;  
4 — пульт керування; 5 — багатофункціональний важіль керування (джойстик);  
6 — гальмові педалі; 7 — педаль стоянкового гальма; 8 — базове центральне електрообладнання; 9 — центральне електрообладнання на даху; 10 — оглядове вікно зернового бункера; 11 — висувна скринька; 12 — холодильник (опціональне обладнання)



Рис. 9.2. Пульта керування комбайнів «Lexion 770/760/750»:

*A* — поворотна кнопка меню; *B* — поворотний перемикач меню прямого вибору СЕВІS; *C* — кнопка виходу; *D* — поворотна кнопка НОТКЕУ; *E* — поворотний перемикач меню прямого вибору НОТКЕУ; *F* — кнопка інформації; *G* — кнопка DIRECT ACCESS; *H* — монітор СЕВІS; *I* — кнопка ввімкнення/вимкнення жатки; *J* — кнопка ввімкнення/вимкнення молотарки; *K* — реверс жатки; *L* — кнопка ввімкнення/вимкнення ріпакових ножів зліва; *M* — поперечне регулювання жатки/зміна значень; меню швидкого доступу НОТКЕУ/регулювання глибини столу жатки «Vario»; *N* — перемикач передач; *O* — стоянкове гальмо; *P* — вибір датчиків «Laser Pilot» ліворуч/праворуч; *Q* — повний привід; *R* — частота обертання двигуна (три ступені); *S* — кнопка відкриття кришки бункера; *T* — багатофункціональний важіль керування СМОТІОН (джойстик)

У сучасному зернозбиральному комбайні система керування робочими органами зазнала докорінної модернізації. Найважливіші функції управління процесами, що вимагають найбільш оперативного реагування на ситуацію, здійснюють за допомогою клавіш, розміщених на рукоятці багатофункціонального важеля керування (джойстика). Як правило, тут зосереджено керування положенням жатки та мотовила, швидкістю обертання мотовила та відключенням приводу жатки.

За допомогою багатофункціонального джойстика (рис. 9.3) на комбайні «Claas» пальцями однієї руки легко керувати швидкістю руху, змінювати його напрямком, налаштовувати жатку та мотовило, вмикати жатку, регулювати жатку «Vario», розкладати/складати вивантажувальний шнек зернового бункера, умикати/вимикати систему розвантаження зернового бункера, керувати системою «Auto Pilot/Laser Pilot», «Auto Contour». Не знімаючи правої руки з важеля, комбайнер може змінювати швидкість і напрямком руху комбайна, а великим пальцем руки в той же час миттєво відреагувати на виникнення критичної ситуації.



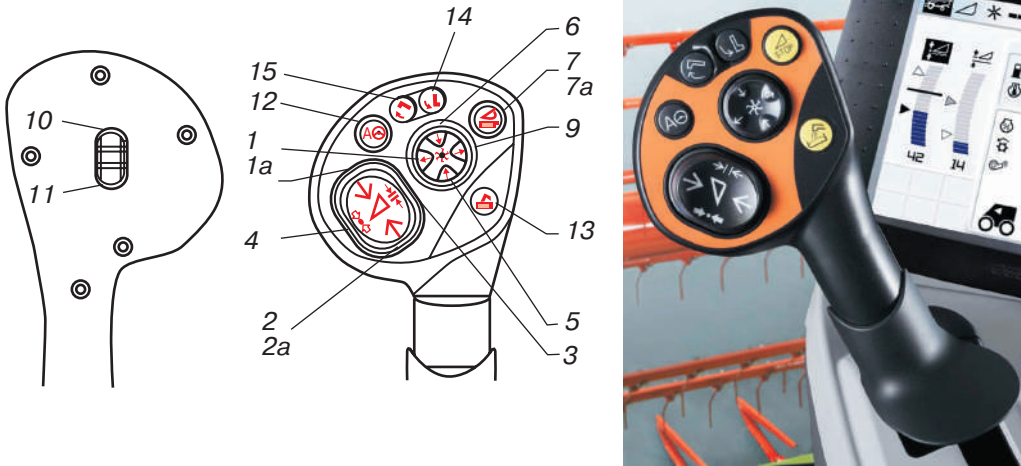


Рис. 9.3. Багатофункціональний важіль керування (джойстик):

1 — опускання жатки/приставки (2 позиції); 2 — підняття жатки/приставки (2 позиції); 3 — попередній вибір висоти зрізання — увімкнено; 4 — система «Auto Contour» — увімкнено; 5 — підняття мотовила; 6 — опускання мотовила; 7 — жатка вимкнена/гальмо (2 позиції); 8 — переміщення мотовила вперед; 9 — переміщення мотовила назад; 10 — стіл жатки вперед/нахил жатки вліво (із зовнішнього боку важеля, на фото не видно); 11 — стіл жатки назад/нахил жатки вправо (із зовнішнього боку важеля, на фото не видно); 12 — «Auto Pilot» увімкнено/«Cruise Pilot» увімкнено; 13 — вивантаження бункера увімкнено/вимкнено; 14 — розкладання вивантажувального шнека; 15 — складання вивантажувального шнека

На нових моделях комбайнів «Lexion» компанії «Claas» установлюють інтегрований у правий підлокітний крісла механізатора багатофункціональний важіль керування SMOTION (джойстик) оригінальної форми (рис. 9.4, с. 204), який є основним елементом, що забезпечує комфортність керування комбайном. Він розроблений спеціально під праву руку з розміщенням кнопок, яке дає змогу інтуїтивно виконувати різні дії та працювати з багатьма елементами керування без зміни положення руки.

На зворотному боці джойстика є додатковий трипозиційний тумблер, який дає змогу на вибір змінювати поперечний кут нахилу жатки, а також змінювати значення в меню кнопок швидкого доступу HOTKEY або поздовжнього переміщення стола жатки «Vario».

#### Регулювання положення рульової колонки та рульового колеса

На комбайнах установлюють регульовану рульову колонку (рис. 9.5, с. 204). Для зміни її положення вперед/назад необхідно натиснути ногою на ригель **R** внизу для розблокування фіксатора.



Рис. 9.4. Багатофункціональний важіль SMOTION для комфортного керування комбайном:

1 — розкладання вивантажувального шнека; 2 — складання вивантажувального шнека; 3 — увімкнення та вимкнення вивантаження бункера; 4 — зупинка жатки; 5 — керування мотовилом; 6 — підняття/опускання жатки; 7 — «Auto Pilot» (руль, «Cruise Pilot», «Cemos», «Cemos Automatic»)

Поворот верхньої частини рульової колонки здійснюється переміщенням її вперед або назад при розблокованому ригелі *S*. Після відпускання ригелів рульова колонка блокується знову.

Для регулювання положення рульового колеса по висоті необхідно попередньо відкрутити гайку *D* на 1–2 оберти, а після регулювання — закрити.

*Сидіння комбайнера* має такі регулювання: горизонтальне та вертикальне положення правого підлокітника; горизонтальне положення,

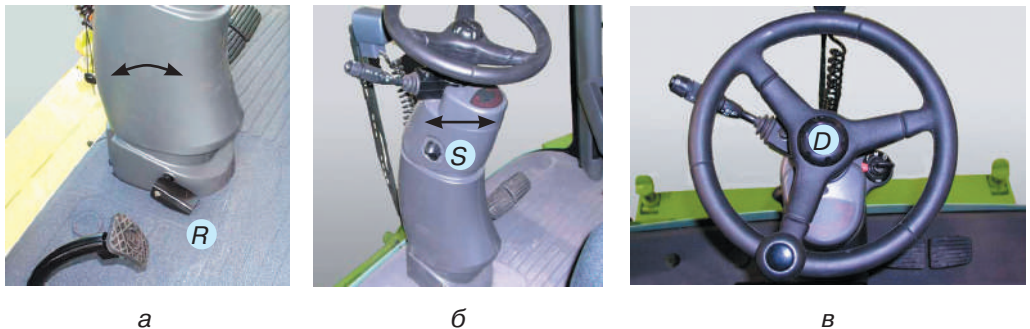


Рис. 9.5. Регулювання положення рульової колонки та рульового колеса: *a* — переміщення колонки вниз вперед-назад; *б* — переміщення колонки вгору вперед-назад; *в* — зміна положення руля, *R, S* — ригелі для розблокування фіксаторів; *D* — гайка фіксації положення рульового колеса

глибина та нахил сидіння; вага комбайнера; положення спинки; нахил лівого підлокітника; положення опори для хребта.

Крім того, сидіння обладнане контактним вимикачем. При вставанні комбайнера із сидіння водія вимикаються за допомогою захисного вимикача такі агрегати: жатка (приставка), реверс жатки, автопілот, випорожнення зернового бункера. Як тільки водій знову сідає на місце, комутаційний контакт відновлюється. Для продовження роботи необхідно знову ввімкнути вимкнені агрегати.

## 9.2. Електрообладнання комбайна

Зернозбиральні комбайни оснащені надзвичайно складною й насиченою різними приладами системою електрообладнання. Крім властивих всім мобільним машинам систем (електричного живлення — акумуляторної батареї та генератора, системи пуску двигуна, контролю його роботи, освітлення та сигналізації, контролю систем ходової частини, приладів, що забезпечують відповідний мікроклімат у кабіні, та ін.), електрична система комбайна має також специфічне обладнання, до якого можна зарахувати системи контролю та управління всіма робочими органами, зокрема — електророзподільники й електромотори, які здійснюють їхній пуск, привід і регулювання.

Склад електрообладнання та його просторове розміщення залежать від конструкції та загального технічного рівня комбайна. Багато фірм не обмежуються приладами регулювання та контролю, а вводять у систему бортовий комп'ютер. Бортовий обчислювальний комплекс деяких комбайнів може автоматично підтримувати оптимальний режим роботи більшості робочих органів, вести облік зібраної площі й намолоту, вимірювати вологість зерна в бункері й формувати карту врожайності поля. Більшість із додаткових опцій виходить за межі курсу «Сільськогосподарські машини», тому обмежимося ознайомленням з основними системами в їхньому традиційному виконанні.

Як і більшість мобільних машин, комбайн обладнано однопровідною кабельною мережею. Функцію другого провідника виконує його корпус. Джерелами струму є акумуляторні батареї та генератор, що забезпечують споживачів постійним струмом напругою 12 або 24 В. В окремих випадках передбачено можливість під час запуску двигуна переходити на напругу 24 В, а потім знову повертатися на напругу 12 В.

Система освітлення за допомогою світлодіодних фар забезпечує добру видимість усієї робочої зони й агрегатів комбайна в темряві (рис. 9.6, с. 206).

Для забезпечення освітлення зон навколо комбайна та подання світлових сигналів його обладнують освітлювальними та світлосигнальними приладами (рис. 9.7, с. 206).

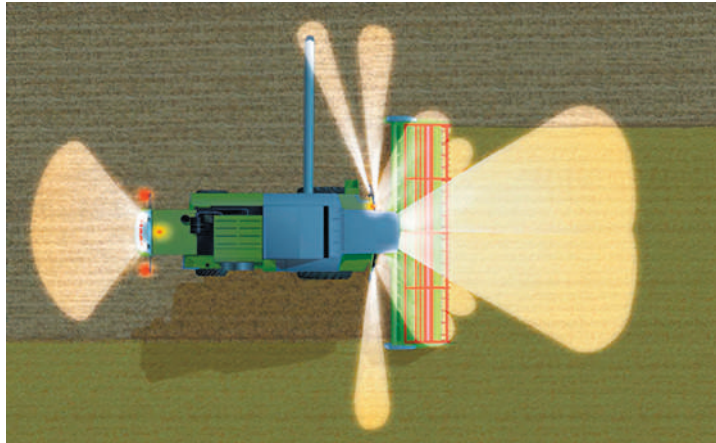


Рис. 9.6. Зони освітлення фарами навколо комбайна

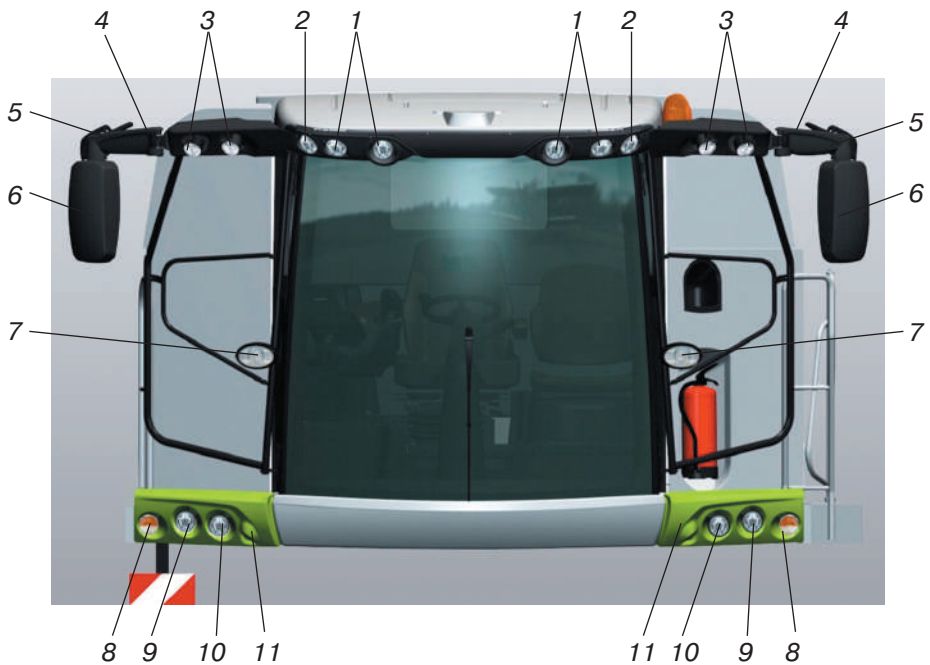


Рис. 9.7. Розміщення освітлювальних і світлосигнальних приладів і дзеркал заднього виду в передній частині комбайна:

1 — освітлення поля перед комбайном; 2 — освітлення жатки/приставки, ліва та права середні зони (додаткове оснащення); 3 — освітлення жатки/приставки, ліва та права зовнішні зони (додаткове оснащення); 4 — додаткове дзеркало; 5 — бічна пошукова фара; 6 — дзеркало заднього виду з електричним регулюванням; 7 — освітлення дороги за наявності складних жаток; 8 — показчик повороту та стоянкове світло; 9 — освітлення дороги, ближнє світло; 10 — освітлення дороги, дальнє світло; 11 — освітлення стерні за жаткою

### 9.3. Електронні системи контролю та автоматичного керування

На комбайнах попереднього покоління встановлювали лише автоматичну систему контролю (АСК). Вона вимірювала частоти обертання молотильного барабана, вентилятора очищення, колосового й зернового шнеків, соломотряса, соломоподрібнювача та швидкість руху комбайна. Крім того, АСК виявляла відхилення від номінальної частоти обертання основних агрегатів комбайна, визначала втрати зерна та подавала звукову й світлову сигналізацію про відхилення від норми режимів роботи основних робочих органів комбайна та заповнення бункера зерном.

На сучасних комбайнах використовуються електронні системи контролю та автоматичного керування, які не тільки контролюють стан і режим роботи різних агрегатів, а й підтримують задані комбайнером параметри.

Обладнання для контролю роботи систем і механізмів під'єднане до загальної електричної мережі з напругою 12 В. Для вимірювання частоти обертання валів і швидкості руху комбайна використовують індукційні датчики, які включають зубчасті диски, що обертаються разом із валом, і нерухомо закріплені на корпусі індукційні котушки. Датчики з'єднані з блоком вимірювання частоти обертання, цифрові значення якої з точністю не менше 5 % фіксуються на табло відповідного цифрового індикатора. При виході за граничні значення параметра вмикаються додатково світловий і звуковий сигнали.

Датчики, які контролюють ступінь наповнення ємностей та забивання соломотряса, масляних і паливних фільтрів тощо, зазвичай мають рухомий елемент і контакти.

Втрати різними робочими органами зерна фіксують п'єзоелектричні датчики, які встановлюють на кінцях клавів соломотряса та на виході системи очищення. Вони перетворюють кінетичну енергію зерен, які падають на них, на електричні сигнали.

Зерно, яке виділилося, наприклад із соломи, у кінці клавів вдаряє по пластмасовій мембрані датчика, а акустичні хвилі поляризують кристали прикріплених до мембран чутливих елементів — п'єзокристалів.

Датчики з'єднують паралельно. Сигнали від них формуються пропорційно до числа ударів зерен, що сходять із соломотряса й очищення, і підсилюються в електронному блоці й далі надходять у блок індикації втрат, де перетворюються на візуальні сигнали. Залежно від складності системи вона може, наприклад, зіставляючи швидкість накопичення зерна в бункері із кількістю ударів зерен по мембрані датчиків за одиницю часу, виводити на індикаторне табло відносну величину втрат.

Оскільки людина фізіологічно неспроможна контролювати понад п'ять параметрів одночасно, у сучасних моделях комбайнів використо-



вують автоматичну систему контролю, у якій, залежно від ситуації, усі необхідні параметри з'являються на табло автоматично. Така система може працювати як у режимі діагностики, так і в режимі рекомендації. У разі відмови комбайнер не лише бачить оптимальний варіант виходу із ситуації, а й чує за допомогою системи голосового оповіщення коротке повідомлення, коментар і рекомендації щодо подальших дій.

**Бортова інформаційна система CEBIS компанії «Claas».** Електронна бортова інформаційна система CEBIS (Claas Elektronisches Bord Informations System) компанії «Claas» — це система управління, контролю, реєстрації та інформації для самохідних зернозбиральних комбайнів, що має комп'ютерну підтримку.

Система CEBIS може відображати режим руху та режим збирання (рис. 9.8).

Меню розділено на субменю з кількома рівнями відповідно.

Якщо поворотний перемикач установити у відповідне положення, то на екрані відображається рядок із пунктами меню.

Комбайнер може за допомогою клавішного поля викликати всю бажану інформацію на екран, вводити параметри й налаштування комбайна, змінювати та зберігати їх, а також записувати в пам'ять, обробляти й роздруковувати дані щодо планування та результатів роботи.

За допомогою кнопки довідки можна викликати пояснювальний текст до пункту меню.

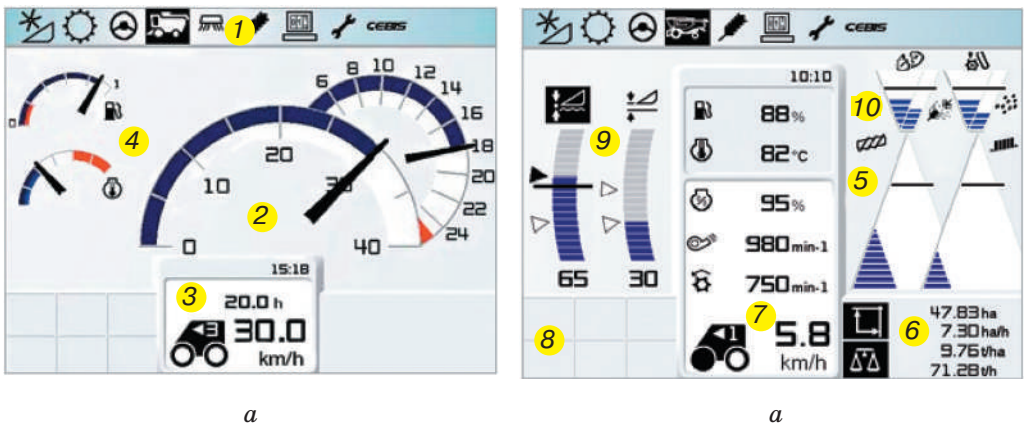


Рис. 9.8. Система CEBIS на дорозі (а) та в полі (б):

- 1 — рядок меню; 2 — спідометр і тахометр; 3 — час експлуатації в годинах;
- 4 — індикація рівня пального й температури охолоджувальної рідини, а також рівня заповнення бака для сечовини; 5 — контроль пропускну здатності;
- 6 — лічильник площі/вимірювання продуктивності; 7 — інформація про рух (до 40 параметрів); 8 — вікно повідомлень (аварійна сигналізація/повідомлення);
- 9 — положення жатки («Auto Contour»/зрізання); 10 — контроль сходження з решета (об'єм/якість)



Рис. 9.9. Термінал «SEBIS Mobile» та система управління SEBIS комбайнів «Lexion 600/700 Hybrid»

Через систему SEBIS здійснюють налаштування комбайна, а також окремих систем. SEBIS виконує такі функції, як: візуальна індикація дорожніх умов або загінки; швидкий доступ до важеля управління; налаштування установок; лічильник скошених гектарів; контроль продуктивності; контроль кількості обертів і завантаження; індикація інтервалів технічного обслуговування; управління робочими процесами; вибір мови; керування за допомогою кнопкової панелі та важеля.

**Сенсорне керування терміналу «SEBIS Mobile».** На кольоровому сенсорному екрані терміналу «SEBIS Mobile» можна легко та швидко налаштувати й контролювати автоматичні функції.

Силует комбайна на екрані постійно відображає налаштування всіх основних його функціональних ділянок, таких як швидкість ротора та вентилятора, вологість зерна й рівень заповнення зернового бункера. Два повзункові регулятори в нижній частині екрана дають оператору можливість змінювати оптимальний баланс між чистотою зерна, якістю соломи та продуктивністю (рис. 9.9).

Новий термінал «SEBIS Mobile» можна також використовувати для спостереження за станом системи очищення 4D, а також для налаштування та спостереження за результатами з камери «Grain Quality», встановленої в головці елеватора. Вона забезпечує візуальне оцінювання та контроль частини битих зерен і кількості незернових складових (NGC) у зразку. У разі натискання на екран відкривається вікно, яке можна використовувати для зміни чутливості, а отже, потрібного рівня очищення зерна.

У нижній частині екрана «SEBIS Mobile» під силуетом комбайна розташована кабіна, яку використовують для відображення статусу «Cruise



Рис. 9.10. Термінал «CEBIS Mobile» системи CEMOS оптимізації роботи комбайна

Pilot». Ця система автоматично регулює швидкість комбайна, відстежуючи різні параметри машини: швидкість ходу, об'єм маси в похилій камері, продуктивність у тоннах за годину та навантаження на двигун (рис. 9.10).

На дисплеї також відображається причина обмеження продуктивності комбайна в поточних умовах, яку можна усунути зміною параметрів на сенсорному екрані. Екран можна використовувати для зміни необхідного режиму роботи: рух комбайна з постійною швидкістю, постійну пропускну здатність чи постійну пропускну здатність із втра- тами.

**Система допомоги CEMOS для оптимізації роботи комбайна.** У системі CEMOS компанія «Claas» поєднує всі системи, які використовують для оптимізації роботи машини. CEMOS поставляють у двох різних варіантах виконання.

1. Діалогові системи, наприклад «*CEMOS Dialog*» або «*CEMOS Advisor*». Використовуючи ці системи, механізатор налаштовує машину. При цьому від нього вимагається підтвердити або налаштувати запропоновані параметри.

2. «*CEMOS Automatic*» є узагальненою назвою для різних функцій автоматичної оптимізації машини та відповідних процесів. Механізатору потрібно лише активувати автоматичні функції, до яких належать, наприклад:

— «*CEMOS Auto Threshing*» — для регулювання зазору між барабаном і підбарабанням;

— швидкість блока системи обмолочування APS, що автоматично регулюється відповідно до умов обмолочування;

— «*CEMOS Auto Separation*» — для оптимізації системи сепарації «Roto Plus» — гібридної системи обмолочування, яка автоматично налаштовує швидкість обертання ротора та положення його заслінок залежно від зміни умов комбайнування.

Усі функції «*CEMOS Automatic*» безперервно й автоматично адаптують машину до умов збирання та забезпечують максимальну продуктивність при високій якості й чистоті зерна, а також мінімальній витраті пального. Механізатор лише активує автоматичні функції.

Головне завдання самонавчання системи допомоги механізатору «*CEMOS Automatic*» полягає в тому, щоб максимально зменшити навантаження на працівника під час збирання врожаю і знизити ризик помилок, які могли б призвести до збоїв у роботі, простоїв, зниження продуктивності. На екрані бортового терміналу *CEBIS* механізатор бачить усі вихідні налаштування комбайна, задає базові параметри для збирання конкретної культури й одну з агрономічних цілей, наприклад якість і чистота зерна, якість обмолочування, якість соломи та продуктивність. З початком роботи система «*CEMOS Automatic*» у повністю автоматичному, а головне, безперервному режимі починає підлаштовувати всі механізми комбайна під параметри максимальної продуктивності, яка можлива в поточних умовах.

При автоматичному налаштуванні обмолочування, сепарації та очищення система «*CEMOS Auto Threshing*» визначає оптимальне налаштування частоти обертання молотильного барабана та зазору між барабаном і підбарабаням. Вона доступна лише в комбінації з новим терміналом «*CEBIS Mobile*».

Система «*CEMOS Auto Cleaning*» відповідає за оптимальні налаштування частоти обертання вентилятора та зазори верхніх і нижніх решет системи очищення.

Система автоматичного регулювання потоку культури «*Auto Crop Flow*» виявляє пікові навантаження в системах обмолочування й сепарації, подрібнювачі соломи, двигуні та, за потреби, зменшує потік матеріалу (культури) в молотарку.

Система «*Cruise Pilot*» автоматично контролює швидкість руху відповідно до одного з трьох попередньо обраних режимів:

— круїз-контроль (*Cruise control*) для забезпечення постійної швидкості;

— постійна пропускна здатність для послідовного завантаження всіх ключових вузлів навіть за швидкозмінних умов комбайнування;

— максимальна пропускна здатність із моніторингом втрат для здійснення послідовного обмолочування на межі продуктивності машини.

Система «*Auto Slope*» автоматично налаштовує швидкість обертання вентилятора очищення під час роботи вгору та вниз по схилу, щоб продуктивність очищення залишалася постійною.





Рис. 9.11. Оцінювання якості зерна за допомогою терміналу «CEBIS Mobile»

Система «*CEMOS Auto Separation*» відповідає за оптимальні налаштування частоти обертання ротора й положення заслінок підбарабаня ротора системи сепарації.

Після початку роботи в полі система «*CEMOS Automatic*» регулює задані значення й через короткий час визначає оптимальні налаштування для робочих систем, які постійно перевіряються й адаптуються з урахуванням змінних умов збирання. Отже, «*CEMOS Automatic*» забезпечує постійне підлаштувальне регулювання, яке не зможе виконати в ручному режимі жоден механізатор, навіть висококваліфікований.

Активація «*CEMOS Automatic*» здійснюється за допомогою кнопки «*Auto Pilot*» на багатофункціональному важелі керування SMOTION.

Система «*CEBIS Mobile*» забезпечує огляд на дисплеї поточного стану агрегатів та активні функції «*CEMOS Automatic*». Крім того, відображається стан системи очищення у форматі 4D, відтворюється зображення з відеокамери, що оцінює якість зерна в бункері (рис. 9.11). Отже, механізатор бачить усі дані, потрібні йому, наприклад, для коригування своїх дій.

**Стратегії оптимізації роботи систем комбайна.** Стратегія оптимізації заснована на аграрно-економічних цільових параметрах: якості зерна, якості обмолочування, чистоті зерна, якості соломи (при укладанні у валки), продуктивності.

Своїм вибором механізатор безпосередньо задає системі «*CEMOS Automatic*» результату, який має бути досягнуто відповідно до необхідної стратегії. Для оптимального виконання цього завдання система «*CEMOS Auto Threshing*» самостійно регулює обмолот, «*Auto Cleaning*» — очищення, а «*Auto Separation*» — сепарацію зерна.



Механізатор може в будь-який момент втрутитися в роботу системи й за допомогою діалогів із CEMOS визначити правильні налаштування. Обидві автоматичні функції залишаються активними.

«CEMOS Dialog» і «CEMOS Automatic» пов'язані між собою. «CEMOS Dialog» контролює всю машину й залежно від ситуації може виводити на монітор додаткові вказівки у вигляді текстових повідомлень.

При натисканні на текстове повідомлення відкривається діалогове вікно з відповідними опціями.

Механізатор бачить на терміналі «CEBIS Mobile» усі агрегати та їхні налаштування. За допомогою CEBIS можна тільки керувати комбайном, огляд агрегатів недоступний.

Механізатор зміщенням регулятора може підвищити якість зерна, інтенсивність обмолочування, чистоту зерна або якість соломи. Зміщенням регулятора праворуч можна підвищити продуктивність.

У цілому результативність виконаних налаштувань безперервно перевіряється за показаннями датчиків і пристроїв. Так, камера «Grain Quality Camera» визначає якість зерна, яке надходить у бункер; «Quantimeter» — кількість зібраного зерна, а «Grainmeter» контролює подавання на домолочування. Звіряючи всі ці параметри, «CEMOS Automatic» коригує саме ті налаштування, які можуть підвищити продуктивність машини. Наприклад, система «Cruise Pilot» може збільшити або зменшити швидкість руху комбайна, щоб змінити потік вороху на стрясній дощі.

Завдяки такій злагодженій роботі електроніки та механіки знижується навантаження на людину. Навіть механізатори з невеликим досвідом мають змогу забезпечити роботу систем комбайна з найвищою продуктивністю без ризику припуститися помилки, яка може призвести до вимушеного простою. Ще одна перевага — підвищення ефективності використання пального та зниження витрат і трудомісткості робіт у цілому.

Отже, механізатор перетворюється на оператора електронної системи. Він більше відстежує поточні результати збирання та якість зерна в бункері, ніж керує машиною. Також контролює фактори, які потенційно можуть обмежувати пропускну здатність, зокрема: завантаження двигуна, кількість матеріалу в похилій камері, навантаження на систему обмолочування, втрати під час сепарації та очищення, граничне значення обсягу маси на домолочування. І вже залежно від поточних агрономічних завдань механізатор вносить до системи подальші корективи.

Навіть якщо «CEMOS Automatic» або «Dialog» не встановлені або недоступні, комбайнер усе одно може скористатися перевагами CEMOS та отримати доступ до його порад та інформації через програму «CEMOS Advisor», яку можна завантажити безкоштовно, використовуючи смартфон. Використовуючи додаток «CEMOS Advisor», можна знайти підказки та пропозиції, а також отримати інструкції щодо впровадження необхід-

них змін із налаштування комбайна. Їх можна зберегти в програмі й отримати доступ до них пізніше.

Додаток також можна використовувати для простого оцінювання втрат зерна. Увівши різні значення, комбайнер отримає точний прогноз відсотка втрат зерна, а потім зможе використати програму, щоб отримати запропоновані зміни в налаштуваннях, щоб допомогти зменшити втрати.

Додаток «CEMOS Advisor» є безкоштовним і підходить для використання в операційних системах iOS і «Android» через відповідні магазини програм.

На комбайнах інших виробників встановлюють системи, які виконують подібні функції.

**Автоматичні системи рульового керування.** Залежно від застосування найбільш поширені подані системи автоматичного рульового керування.

«*GPS Pilot*» — супутникова система. Під час роботи електричний привід рульового керування за рахунок GPS навігації передає команди управління терміналу навігаційного контролера й далі на керований міст, керуючи комбайном. До цієї системи, крім пристрою гідравлічного керування, належить також автоматична система «*GPS Pilot Flex*». Її використання дає змогу досягти максимальної точності. Важливою перевагою системи «*GPS Pilot Flex*» є її різнобічне використання, оскільки її можна швидко встановити на системи рульового керування різних машин.

«*Laser Pilot*» — електрооптична система. Її електрооптичні датчики за допомогою світлових імпульсів визначають край між нескошеними рослинами та стернею, автоматично спрямовуючи комбайн по краю. Ця система доступна для лівого або правого боку жатки. Оптимальне розташування збоку біля кромки нескошених рослин забезпечує зручний кут огляду та високу надійність навіть під час збирання полеглих зернових і жнивування на крутих схилах.

«*Auto Pilot*» — електромеханічна система рульового керування. Два цифрові датчики в елементі, що відокремлює рядки, визначають положення комбайна й спрямовують його по рядках кукурудзи, забезпечуючи оптимальну роботу в будь-яких умовах. Завдяки цьому ця система сприяє підвищенню ефективності й економічності роботи комбайна.

Система «*Auto Turn*» без втручання механізатора розвертає машину на краю поля і спрямовує її в нову загінку. Напрямок загінки, а також те, яка загінка буде оброблена наступною, попередньо обирає комбайнер на терміналі, решту виконує система автоматичного рульового керування. При наближенні до потрібної загінки автоматична система паралельного керування активується, коли комбайн знаходиться ще під кутом 90° (тільки до напрямку руху комбайна) або навіть 120° (за наяв-

Рис. 9.12. Використання програмного забезпечення для створення карти врожайності поля



ності межі поля). Завдяки автоматичній допомозі «Turn In» механізатор може повністю сконцентруватися на функціях навісного обладнання, а автоматика сама спрямовує комбайн точно в загінку.

**Картування врожайності.** Існує два методи оцінювання врожайності. Перший — механічне зважування зібраного врожаю після розвантаження зернозбирального комбайна, другий — вимірювання врожаю у реальному часі протягом всієї роботи комбайна за допомогою систем GPS. Система картування врожайності — це сукупність обладнання й програмного забезпечення для обліку кількості зібраного врожаю на кожній ділянці поля (рис. 9.12). Датчики в комбайні вимірюють врожайність і вологість зерна. Система СЕВІS доповнює ці показники географічними координатами, використовуючи при цьому супутникові дані GPS.

Крім того, під час роботи в бортовому комп'ютері фіксується час роботи, назва поля із зазначенням культури, загальна зібрана площа, кількість витраченого пального, дані про техніку, оператора, який на ній працює, та господарство, в якому відбуваються жнива.

Карта врожайності — це різнокольорова карта, на якій кожен колір відповідає певному діапазону врожайності. Зелений — високому, жовтий — середньому, червоний — низькому. Перші системи для створення карт урожайності призначалися лише для зернозбиральної техніки, але їх принцип дії можна застосовувати й для визначення врожайності інших культур.

Карти врожайності дають можливість:

- визначити проблемні ділянки поля. Якщо відомо, в якій частині поля рік у рік низька врожайність, то ця зона вимагає більше уваги з боку агронома. Маючи ці дані, можна швидко виявити та усунути причину низької родючості, а також скоригувати технологію для отримання максимального прибутку з кожної ділянки поля;

- визначити зони продуктивності на полі. Продуктивність та родючість ґрунту на кожній ділянці поля відрізняються. Наприклад, одна зона поля може давати найвищий урожай, а друга — низький.

Використовуючи технології диференційованого висівання насіння, внесення добрив і засобів захисту рослин, можна заощадити на ресурсах та одночасно збільшити рентабельність кожної ділянки поля;

— провести агрохімічний аналіз ґрунту. Фахівці використовують раніше створену карту на основі зон продуктивності для відбору зразків ґрунту з різних ділянок поля, щоб з'ясувати причини неврожайності, оптимізувати витрати, з'ясувати, чи підходить конкретна ділянка для вирощування тих чи інших культур;

— провести диференційований посів та диференційоване внесення добрив. Ділянки з різною продуктивністю та родючістю ґрунту по-різному реагують на ту саму норму висівання насіння та дозу добрив. Упровадивши систему диференційованого внесення добрив та диференційованого посіву, можна максимально розкрити потенціал кожної ділянки поля, тим самим підвищивши врожайність сільськогосподарських культур.

Усі виміряні значення зберігаються на мобільній чіп-картці. Програмне забезпечення, що входить до комплекту постачання, дає можливість також створювати карти врожайності, на підставі яких можна розробляти майбутню виробничу стратегію.

Цифрова система передання даних «Telematics» (рис. 9.13) від компанії «Claas» дає можливість будь-коли ознайомитися з інформацією про комбайн через інтернет.

**Оптимізація налаштувань.** За допомогою особистого доступу до сервера «Telematics» можна порівнювати й за потреби коригувати поточні дані про продуктивність машин для отримання постійних точних результатів.

**Оптимізація робочих процесів.** Щодня електронною поштою надходить звіт з аналізом часу роботи й іншою важливою експлуатаційною інформацією. До початку робіт можна ознайомитись із результатами за минулий день та оцінити ефективність машини. Крім того, користувач може переглянути журнал маршруту руху комбайна для оптимізації



Рис. 9.13. Інформація на моніторі системи «Telematics»

логістики. Система «Telematics» дає змогу цілеспрямовано керувати комбайнами, щоб уникнути нерентабельних простоїв.

Для максимальної економії часу за допомогою системи «Telematics» можна зберегти в картотеці основні параметри, наприклад дані про врожайність окремих ділянок.

**Економія часу на обслуговування: дистанційна діагностика «Claas».** На бажання клієнта система «Telematics» може передавати дані технічного обслуговування представникам компанії «Claas». Отже, відповідна технічна служба компанії «Claas» через систему дистанційної діагностики «CDS Remote» зможе провести первинний віддалений аналіз, швидше визначити причини збоїв у роботі машини, провести відповідні підготовчі роботи й у найкоротший термін надати допомогу.

**Автоматичне документування.** Додатковий модуль «Автоматичне документування» дає змогу автоматично (тобто без участі механізатора) присвоювати отримані дані обробленим ділянкам. Він передає дані щодо ділянки на сервер, де вони обробляються й аналізуються. Єдина умова для забезпечення «автоматичного документування» — один раз експортувати всі межі ділянки на сервер «Telematics». Якщо дані ділянки відсутні, «Telematics» також дає можливість нанести межі поля на карту на підставі аерофотознімка. Усі дані стосовно машини можна експортувати у форматі IsoXML для їх простого подальшого оброблення.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Поясніть, яку будову має кабіна сучасного зернозбирального комбайна. Якими органами керування вона оснащена?
2. Поясніть, якими робочими органами керує комбайнер на панелі управління за допомогою клавіш.
3. Обґрунтуйте переваги використання на комбайнах багатофункціонального джойстика.
4. Поясніть, як можна змінити положення рульової колонки та руля.
5. Проаналізуйте необхідність регулювання сидіння комбайнера.
6. Поясніть, для чого сидіння комбайнера обладнане контактним вимикачем. Які системи вимикаються при його спрацьовуванні?
7. Поясніть, чому джерела електричної енергії та споживачі з'єднуються однопровідною схемою.
8. Поясніть, з якою метою на комбайнах фірми «Claas» використовують електронну бортову інформаційну систему CEBIS.
9. Знайдіть інформацію з додаткових джерел про системи оптимізації роботи сучасних зернозбиральних комбайнів різних компаній.
10. **Виконайте тестове завдання.**  
Чи відображається на терміналі сенсорного екрана «Cebis Mobile» налаштування швидкості ротора й вентилятора, вологості зерна та рівень заповнення зернового бункера?  
**А** так, відображається  
**Б** ні, це неможливо  
**В** ні, для цього є інші пристрої  
**Г** на екрані «Cebis Mobile» такі налаштування не відображаються



## Розділ 10

### ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СУЧАСНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Сучасні зернозбиральні комбайни — це складний, багатофункціональний механізм. Обираючи модель для свого господарства, аграрії звертають увагу на найбільш значущі технічні характеристики.

Одним із найважливіших показників є енергозбереження. Це виправдано постійним зростанням цін на енергоносії. Важливо підібрати оптимальне співвідношення потужності двигуна комбайна до технологічної потреби й необхідної продуктивності залежно від загальної площі, розміру полів, вирощуваних культур та інших агрокліматичних показників.

При цьому основний показник результативності роботи комбайна — величина намолочування зерна за рік. Саме цей показник характеризує можливість комбайна та те, як правильно організована робота.

Додатковими параметрами під час вибору зернозбирального комбайна є ширина захвату жатки, ширина молотарки, відносні середні втрати зерна, місткість бункера, надійність і тривалість роботи, доступність запчастин.

#### 10.1. Зернозбиральні комбайни «Claas»

Зернозбиральні комбайни «Claas Lexion 6800–6700», «Claas Lexion 8700–7600» (рис. 10.1; табл. 10.1, 10.2).



Рис. 10.1. Зернозбиральний клавішний комбайн «Claas» серії «Lexion 6800–6700»

Таблиця 10.1

**Основні технічні характеристики клавішних зернозбиральних комбайнів «Claas Lexion 6800–6700»**

Мо-дель	Ширина барабана, мм	Клавішний соломотряс, кількість	Зерновий бункер, л	Двигун	Максимальна потужність двигуна, кВт/к. с.
6800	1700	6	12 500/13 500	Perkins 2206 D	339/461
6700	1700	6	11 000/12 500	Perkins 2206 D	308/419

Таблиця 10.2

**Основні технічні характеристики гібридних зернозбиральних комбайнів «Claas Lexion 8700–7600»**

Мо-дель	Ширина барабана, мм	Кількість підбарабань роторів	Зерновий бункер, л	Двигун	Максимальна потужність двигуна, кВт/к. с.
8700	1700	6	15 000/18 000	Perkins 2206 D	420/571
7700	1420	5	13 500	Perkins 2206 D	385/524
7600	1420	5	12 500	Perkins 2206 D	339/461

Для підвищення ефективності комбайни оснащені різними пристроями.

Система «Aps Synflow Walker» підвищує продуктивність.

Великі молотильний і сепараційний барабани забезпечують прямолінійний, рівномірний і швидкий потік рослинної маси під час обмолочування зернових культур.

«Dynamic Cooling» забезпечує ефективне охолодження.

«Dynamic Power» економить до 10 % пального.

«Jet Stream» якісно очищує зерно.

Вивантаження бункера комбайна об'ємом 13 500 л відбувається за 75 с.

Транспортна швидкість 40 км/год забезпечує високу мобільність комбайна.

«CEMOS Auto Chopping» поліпшує якість подрібнення соломи за меншої витрати пального.

Системи керування забезпечують високу точність виконуваних операцій.

«CEMOS Automatic» постійно оптимізує роботу молотильної системи й системи очищення, а також забезпечує рівномірний потік рослинної маси.

«CEMOS Auto Threshing» у СЕВІС регулює частоту обертання молотильного барабана, зазор підбарабання, положення планки й заслінки підбарабання.

«Auto Slope» під час руху комбайна на підйомі зменшує частоту обертання вентилятора, а на спуску — збільшує, що запобігає втратам зерна з решітного стану.

«Laser Pilot» і система керування GPS забезпечують точність ведення комбайна.

Система дистанційного обслуговування «Remote Service» зв'язує комбайни в мережу та поліпшує їхній технічний сервіс.

Керування СЕВІС відбувається завдяки сенсорному екрану подібно до смартфона. Багатофункціональний джойстик СМOTION є інтуїтивно зрозумілим у керуванні. Кнопки в підлокітнику забезпечують доступ до найважливіших функцій керування. Є можливість швидко реагувати на зміну культури. Автоматичне стоянкове гальмо підвищує безпеку роботи.

Висока надійність забезпечується плавним увімкненням головного привода завдяки сухому зчепленню та використанню пасів замість ланцюгів, що підвищує плавність руху й гарантує більший строк служби.

Централізована система змащування забезпечує мастилом всі точки змащування, включно з варіаторами.

### Нові розробки на комбайнах

Система обмолочування «APS Synflow Walker» (рис. 10.2) зернозбиральних комбайнів «Claas Lexion 6800–6700», «Claas Lexion 8700–7600» обмолочує соломі завдяки прямолінійності потоку рослинної маси. Хлібна маса рухається через молотильний барабан найкоротшим шляхом. Молотильний і сепараційний барабани великого діаметра забезпечують невеликий кут охоплення й пологі переходи між барабанами.

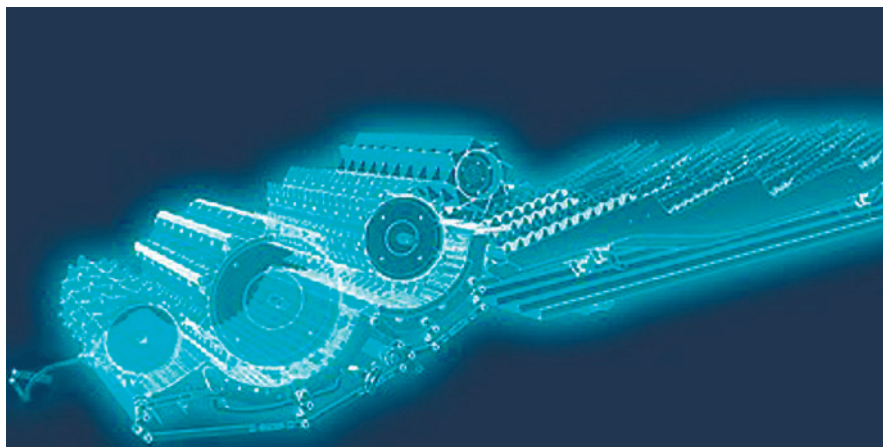


Рис. 10.2. Система обмолочування «APS Synflow Walker» зернозбиральних комбайнів «Claas Lexion 6800–6700»

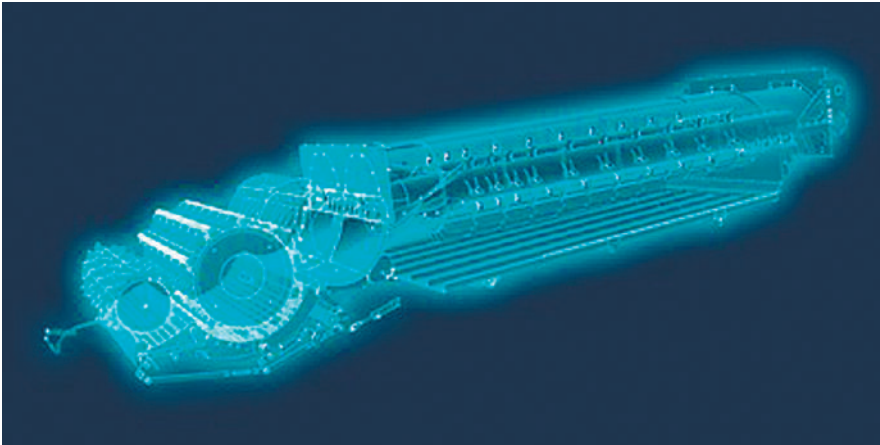


Рис. 10.3. Система обмолочування «APS Synflow Hybrid» комбайна «Lexion 8700–7600»

Взаємодія тангенціальної системи обмолочування «APS Synflow» (рис. 10.3) та аксіальної вторинної сепарації «Roto Plus» на зернозбиральних комбайнах «Claas Lexion 8700–7600» забезпечує максимальну продуктивність шляхом рівномірного прискорення потоку рослинної маси до 20 м/с. Частота обертання двох ексцентрично змонтованих роторів плавно регулюється електронною системою SEBIS.

На комбайнах використовують великі молотильний і сепараційний барабани. Молотильний барабан збільшено на 26 % до 755 мм, сепараційний барабан — на 57 % до 600 мм.

Сегмент основного підбарабання легко витягується вбік, і його замінюють у разі зміни культур, які збирають.

Усі моделі комбайнів «Claas Lexion 6800–6700» оснащені системами «Jet Stream» і «Dynamic Cooling» (рис. 10.4), що налаштовані на оптимальну продуктивність клавішних комбайнів.

Для керування електронною системою SEBIS достатньо легкого дотику до сенсорного екрана, щоб термінал миттєво відреагував.



Рис. 10.4. Системи «Jet Stream» і «Dynamic Cooling» зернозбиральних комбайнів «Claas Lexion 6800–6700»



Рис. 10.5. Багатофункціональний підлокітник і джойстик керування комбайном

Функції комбайна, які найчастіше потрібно змінювати, можна легко й швидко налаштувати за допомогою вбудованих кнопок прямого доступу на багатофункціональному підлокітнику (рис. 10.5).

Зерновий бункер і продуктивність вивантаження оптимізовано для жаток із робочою шириною до 13,8 м.

**Зернозбиральні комбайни «Claas Trion».** Нова лінійка зернозбиральних комбайнів «Claas Trion» (рис. 10.6) доступна в таких виконаннях: дві моделі серії 500 — з п'ятиклавішними соломотрясами; три моделі серії 600 — із шестиклавішними соломотрясами; три моделі серії 700 (гібридні роторні комбайни) — дві моделі однороторних комбайнів (з одним ротором «Roto Plus» і гібридною системою обмолочування APS) та одна двороторна модель (з двома роторами «Roto Plus» і гібридною системою обмолочування APS).

Первинна сепарація в усіх моделях «Trion» здійснюється молотильним апаратом APS із прискорювальним барабаном (діаметр 450 мм) і великим молотильним барабаном (діаметр 600 мм). Це на третину більше, ніж у «Tucano». Вторинна сепарація в «Trion 500» і «Trion 600» виконується п'ятьма або шістьма клавішами з відповідними площами сепарації 7,48 та 6,25 м<sup>2</sup>.

Нові комбайни оснащено зерновими бункерами об'ємом 8000, 9000, 10500, 11000 чи 12000 л. При цьому швидкість розвантаження може бути від 90 до 130 л/с.

Усі моделі обладнані стандартними системами спущення обмолоченої маси «Multifinger Separation System» (MSS).

Гібридний комбайн серії «Trion» отримав шестициліндрові двигуни «Cummins» об'ємом 6,7 та 8,9 л. Двигуни відповідають екологічному стандарту Stage 5.





Рис. 10.6. Зернозбиральний гібридний комбайн «Claas» серії «Trion 750»

Ходова частина зернозбиральних комбайнів «Claas» серії «Trion» (табл. 10.3) може бути також виконана як «Terra Trac» — на гусеничному й напівгусеничному ході та «Montana» — для роботи на схилах та в умовах гористої місцевості.

Площа підбарання в «Trion 600» на 31 % більша, ніж у «Tusano 450», а у «Trion 700» — на 9 % більша, ніж у «Tusano 580».

Ще однією особливістю нової модельної серії «Trion» стала нова кабіна. Вона більш простора, особливо в зоні голови та ніг, і може бути обладнана додатковим шкіряним сидінням, що обертається на 30° в обидва боки для оптимального положення оператора під час виконання будь-яких операцій.

Поєднання тангенціальної молотильної системи APS та аксіальної системи вторинної сепарації «Roto Plus» забезпечують максимальну пропускну здатність комбайна.

Таблиця 10.3

**Технічні характеристики зернозбиральних комбайнів «Claas Trion»**

Модель комбайна «Claas Trion»	Ширина молотильного барабана, мм	Кількість роторів	Зерновий бункер, л	Двигун	Макс. потужність двигуна, кВт/к. с.
750	1420	2	12 000	Cummins/QSL9	314/427
750 «Terra Trac»	1420	2	12 000	Cummins/QSL9	314/427
730	1420	1	12 000 / 11 000	Cummins/QSL9	300/408
730 «Terra Trac»	1420	1	12 000 / 11 000	Cummins/QSL9	300/408
720	1420	1	12 000 / 10 500	Cummins/QSL9	270/367
710	1420	1	10 500 / 9000	Cummins/QSL9	240/326



Рис. 10.7. Схема розміщення органів керування на зернозбиральних комбайнах серії «Claas Trion 700»

Комбайни «Claas Trion» оснащені кондиціонерами з новою системою подання повітря, великими відсіками для зберігання речей, холодильником з активним охолодженням для напоїв об'ємом 30 л та яскравим дисплеєм SEBIS із високою роздільною здатністю.

Використовуючи багатофункціональний джойстик (рис. 10.7) у кабіні, можна за допомогою електронно-гідравлічної системи під час руху плавно регулювати кут зрізання в діапазоні від  $-8^{\circ}$  до  $+11^{\circ}$ . SEBIS дає змогу зберегти кут зрізання для кожного із чотирьох варіантів висоти окремо, що допомагає швидко й просто реагувати на різні зернові культури або умови місцевості.

Залежно від уподобань механізатор може налаштувати «Trion» трьома способами: за допомогою сенсорного екрана SEBIS, поворотно-натискного перемикача SEBIS або безпосередньо за допомогою перемикачів.

У разі використання прямого керування в електронній системі SEBIS відкривається діалогове вікно. Для введення точних значень є цифровий блок. Усі параметри можна змінювати в SEBIS за допомогою кругових і повзункових регуляторів.

Усі функції систем допомоги механізатору «Cemos Automatic» і «Cemos Dialog» вбудовані в SEBIS. Сім вибраних налаштувань можна викликати через багатофункціональний важіль керування SMOTION (джойстик).

Комбайни оснащені також системою активної допомоги оператору «Cemos Automatic», здатною самонавчатися. Аналізуючи продуктивність комбайна, якість обмолочування, якість зерна, його чистоту та якість соломи, система перевіряє датчики й налаштування та оптимізує роботу комбайна «Trion» з метою досягнення найвищих показників.

Оператор вводить в систему вимоги щодо якості зерна та рівня втрат. «Сemos Automatic» максимально використовує можливості машини під час збирання, щоб точно виконати критерії, задані оператором.

Крім того, можна самостійно налаштувати систему «Сemos Automatic» як у базовій, так і в повній версії, залежно від того, які функції потрібні для оптимізації роботи машини.

«Trion» оснащений трьома системами автопілота, які можна використовувати на вибір залежно від особливостей застосування. Це цифрова система «Auto Pilot», супутникова система «GPS Pilot CEMIS 1200» та електронно-оптична система «Laser Pilot», яку додатково можна оснастити польовим сканером «Field Scanner».

Діджиталізація сприяє розвитку господарства. Так, об'єднаний у мережу «Trion» може мати ще більшу продуктивність: система «Telematics» передає дані від комбайна безпосередньо в «хмару», «Fleet View» координує роботу парку машин із точністю до секунди, термінал «CEMIS 1200» забезпечує створення завдань і керування ними безпосередньо в машині, «DataConnect» дає змогу обробляти отримані дані незалежно від виробника, система віддаленого доступу «Remote Service» поліпшує сервісне обслуговування.

Використання V-подібної похилої камери забезпечує швидке механічне регулювання кута зрізання навіть за встановленої жатки. Це вкрай необхідно під час збирання полеглих культур і сої для зменшення втрат, оскільки таким регулюванням досягається зменшення нагромадження зрізаної маси на жатці. Таку похилу камеру можна замовити з ланцюговим або стрічковим транспортером.

У системі обмолочування «APS Hybrid» (рис. 10.8) барабан-прискорювач діаметром 450 мм не тільки збільшує швидкість потоку хлібної маси з 3 до 20 м/с, а й попередньо обмолочує її, що додатково підвищує продуктивність комбайна.

Попереднє прискорення потоку хлібної маси забезпечує максимальну ефективність усіх наступних процесів. За рахунок її рівномірного

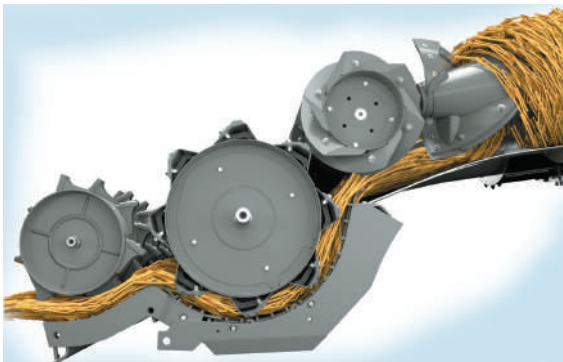


Рис. 10.8. Система обмолочування «APS Hybrid»

розподілу потік рухається на третину швидше. Високі відцентрові сили значно підвищують ефективність сепарації зерна на всіх поверхнях підбарабання. За рахунок цього до 30 % зерна сепарується вже на підбарабанні під прискорювачем. Це істотно спрощує вимолочування зерна основним барабаном.

Отже, сепарація зерна розпочинається ще до молотильного барабана, що за незмінної витрати пального забезпечує підвищення продуктивності на 20 %.

На комбайнах використовують систему сепарації зерна «Roto Plus» (рис. 10.9), принцип дії якої простий, але ефективний. Ексцентрично розташовані високопродуктивні ротори створюють великі відцентрові сили, які забезпечують відокремлення залишку зерна від соломи. Завдяки наявності окремої скатної дошки ворох зерна, часточок соломи та полови спочатку падає на стрясну дошку й лише потім через каскади, які продуваються, на решітний стан. Це дає можливість значно підвищити якість очищення.

Рівномірне подавання системою APS створює оптимальні умови для системи сепарації залишкового зерна «Roto Plus». Відбійний бітер системи APS розділяє соломку на два потоки й подає їх на обидва ротори в «Trion 750». Діаметр ротора (445 мм) і його довжина (4200 мм) забезпечують велику площу сепарації.

У моделях «Trion 730/720» один ротор діаметром 570 мм використовують для сепарації залишкового зерна. Безступінчасте регулювання частоти обертання ротора, як і у випадку з двома роторами, виконується за допомогою електронної системи SEBIS.

На комбайнах «Trion 600/500» використовують систему обмолочування «APS Walker», яка працює настільки ефективно, що відділяє від соломи до 90 % зерна. Решту сепарують клавіші соломотряса.

Сепарація залишкового зерна відбувається на загальній довжині 4400 мм через чотири каскади. Серія «Trion 600» оснащена шестиклавішними соломотрясами, серія «Trion 500» — п'ятиклавішними.



Рис. 10.9. Система сепарації зерна «Roto Plus»



Для кращої сепарації залишкового зерна навіть у складних умовах збирання всі клавійні комбайни «Trion» оснащені системами MSS. Якщо солома волога, це має вирішальне значення для забезпечення високої продуктивності сепарації. Оскільки встановлений над соломотрясом барабан MSS із керованими пальцями розпушує обмолочену соломку, довжина клавій соломотряса використовується більш ефективно, а солома зберігає оптимальну структуру та якість. Регулюючи рівень інтенсивності роботи пальців, можна швидко реагувати на зміну умов збирання.

### 10.2. Зернозбиральні комбайни «John Deere»

Сучасний асортимент комбайнів «John Deere» — це універсальні, прості в обслуговуванні моделі, оснащені потужними й економічними дизелями, що мають високу пропускну здатність.

**Серія W** (рис. 10.10) представлена клавійними комбайнами чотирьох моделей W540, W550, W650, W660 із класичною молотильно-сепарувальною системою. Особливостями їхньої конструкції є молотильний барабан діаметром 66 см із десятьма білами й остевіддільним брусом, який може бути швидко змонтований. Ці комбайни поєднують високу продуктивність із рівномірним потоком обмолочуваної маси, забезпечуючи високу якість соломи та зерна. Вони оснащуються шестициліндровими дизельними двигунами «John Deere Power Tech 6068HZ483» робочим об'ємом 6,8 л, потужністю 202 кВт (275 к. с.), а W660 — двигунами «John Deere Power Tech 6090HZ007» робочим об'ємом 9 л і потужністю 239 кВт (325 к. с.).

Крім високої потужності двигунів, моделі комбайнів серії W відрізняються шириною барабана (від 1400 до 1600 мм), значними площами підбарабання, активної сепарації і очищення та об'ємом зернового бункера (8000 або 11 000 л). Трансмісія триступінчаста, з кнопковим перемиканням передач (на підлокітнику).



Рис. 10.10. Зернозбиральний клавійний комбайн «John Deere» серії W



Система «Hill Master» забезпечує високу продуктивність комбайна та якість зерна як на рівнинних ділянках, так і на схилах. Вона дає змогу утримувати комбайн у горизонтальному положенні на схилах, вирівнюючи його за рахунок автоматичної компенсації перекосу машини.

Похила камера має більшу довжину, щоб механізатор міг, не нахилившись, повноцінно оглядати жатку й контролювати висоту зрізання. Жатка приєднується максимально легко й просто — за допомогою однієї важливої сполучної муфти.

Система обмолочування проста, проте завдяки значній зоні сепарації з потужним приводом комбайни серії W не поступаються багатьом конкурентам, які використовують більш складні системи активної сепарації. Загальна площа сепарації на комбайнах серії W з п'ятьма соломотрясами становить 1,5 м<sup>2</sup>, а із шістьма — 1,8 м<sup>2</sup>. Великий барабан і довгі підбарабання легко обмолочують різні сільськогосподарські культури навіть у складних кліматичних умовах. Бітер великого діаметра не тільки переміщує рослинну масу, а також сприяє кращій сепарації зерна. Регульоване друге підбарабання розширює зону активної сепарації.

У сепараторі «Power Separator» реалізовано принцип протягування та звільнення зерна з ущільненої хлібної маси. Переваги цього сепаратора особливо важливі під час роботи у вологих умовах. Чотири вентилятори системи очищення «Dual-Flow» формують потік повітря необхідної швидкості у двох напрямках для повного видалення дрібної солом'яної січки та полови.

Система очищення «Quadra-Flow» розроблена спеціально для високоврожайних культур. Вона забезпечує отримання високоякісного зерна та здатна обробляти великі обсяги рослинного матеріалу. Ця система відповідає за забір зразка очищеного зерна, що надходить до бункера, аналіз його складу та наступне автоматичне коригування налаштувань системи очищення.

Глибокі лотки шнеків системи очищення забезпечують рівномірний розподіл рослинного матеріалу з меншим його скупченням навіть під час роботи на схилах. Спеціально розроблений пристрій попереднього очищення дає змогу видалити 25 % полови, попередньо відокремити 1/3 зерна та зменшити обсяг полови, що надходить на верхнє решето.

Комбайни серії W комплектують просторими й комфортабельними кабінами «Deluxe». Усі органи керування в них досить прості, логічні й інтуїтивно зрозумілі. Сенсорні перемикачі максимально спрощують налаштування робочих параметрів комбайна. Головний важіль керування створено так, щоб він точно лягав у долоню й забезпечував плавне гідростатичне регулювання швидкості руху комбайна. За його допомогою механізатор також керує підняттям та опусканням похилої камери, підняттям та опусканням мотовила, горизонтальним переміщенням мотовила, екстреною зупинкою і функціями активного вибору висоти стерні й тиску жатки на ґрунт.

Консоль «Command Arm» створено для того, щоб легко й без зусиль підвищувати продуктивність праці. Для всіх функцій, що регулярно застосовуються, передбачено «гарячі кнопки», розташовані в зручному місці. Ідеться, зокрема, про такі функції: загальні налаштування процедури збирання врожаю; органи керування трансмісією та системою «Hill Master», що вирівнює комбайн під час роботи на схилах; елементи керування кондиціонером та ін. Завдяки підлокітнику «Command Touch», дисплею підлокітника «Command Center» та цифровому дисплею на кутовій стійці контроль за всіма операціями на цих комбайнах досить простий.

У кабіні комбайна «John Deere W650» додатково встановлено датчик потужності, який відображає відсоток використання номінальної потужності двигуна. Цю інформацію застосовують для оптимального завантаження силового агрегата й максимально ефективного використання продуктивності машини.

**Серія Т** представлена комбайнами двох моделей — Т660 та Т670 (рис. 10.11). Це сучасні комбайни, які забезпечують мінімальні втрати зерна й виключають його пошкодження в процесі обмолочування та вивантаження.

Ці комбайни мають свої особливості в конструкції. Так, приймальна камера має збільшену пропускну здатність, а ширина пропускнуго тракту багатобарабанної молотильно-сепарувальної системи дорівнює 167 см. Вони обладнані шестициліндровими дизельними двигунами «John Deere PowerTech» робочим об'ємом 9 л, номінальною потужністю 273 кВт/371 к. с. (Т660) або 317 кВт/431 к. с. (Т670).

На комбайнах «John Deere» серії Т встановлено системи точного землеробства. Систему «HarvestDoc» використовують для картографування врожайності та занесення даних про врожайність кожної культури на картку



Рис. 10.11. Зернозбиральний клавішний комбайн «John Deere» серії Т

пам'яті. Потім картку можна вставити в комп'ютер і створити карти врожайності й отримати загальну інформацію про роботу. У цілому це дає можливість збільшити врожайність за рахунок подальшого більш точного та вивіреного внесення посівного матеріалу, добрив і хімікатів.

Система «AutoTrac» зменшує стомлюваність механізатора. Коли комбайн працює в режимі автопілота, механізатору потрібно втручатися тільки під час об'їзду перешкод і на поворотах. Також ця система здатна швидше й точніше виконувати повороти в кінці гону завдяки автоматичному обчисленню траєкторії для сусіднього проходу.

Регулятор двигуна стабільно підтримує постійну частоту обертання, а отже, залишається постійною швидкість робочих органів. Це сприяє підвищенню загальної продуктивності й ефективності роботи комбайна, зокрема, за рахунок запобігання надмірному продуванню зерноочищення в умовах низького навантаження. Тобто в таких умовах, які призводять до зайвих втрат у зерноочищенні або до забруднення зерна.

Як і машини серії W, комбайни серії T оснащені триступінчастою трансмісією з кнопковим перемиканням передач (на підлокітнику), системою «Hill Master», що підтримує високу продуктивність як на рівнинних ділянках, так і на схилах до 22 %. У комбайнах серії T використано технологію «Powershift» — перемикання передач під навантаженням. Вона дає змогу в разі зміни польових умов плавно перемикатися між 1-ю та 2-ю передачами, продовжуючи збирати врожай на оптимальній швидкості руху. У поєднанні з вбудованим блокуванням диференціала та стоянковим гальмом це підвищує ефективність і безпеку використання комбайна. Можливість регулювання діапазону швидкостей полегшує маневрування комбайна та спрощує приєднання до нього жатки. Під час роботи на зволоженому ґрунті, на горбистій або на піщаній поверхні, що може призводити до втрати зчеплення одним із коліс, використовують пристрій блокування диференціала. Моделі серії T можуть оснащуватись також гусеничними рушіями.

Комбайни комплектують комфортною та просторою кабіною «Premium», яка забезпечує хорошу оглядовість механізатору завдяки тонованому травмобезпечному склу й використанню зовнішньої відеокамери. Спеціальні сонцезахисні шторки виключають можливість засліплення. Рульову колонку можна легко й швидко відрегулювати за висотою та нахилом. Усі органи керування розташовані логічно, ергономічно, є інтуїтивно зрозумілими. Сенсорні перемикачі максимально спрощують налаштування продуктивності систем комбайна. Сидіння оснащене регулюванням поперекової опори, завдяки чому оптимально підтримується спина механізатора. У кабіні «Premium» можна постійно отримувати інформацію про стан роботи всіх систем комбайна.

Завдяки підлокітнику «Command Arm» можна отримати доступ до всіх часто використовуваних органів керування комбайном і жаткою. Ідеться про перемикачі регулювання жаткою, швидкістю обертання

молотильного барабана та вентилятора очищення, лопатками розкидача, чутливістю/швидкістю приймальної камери, зазорами в молотильному пристрої; регулювання верхнього решета та кута напрямних подрібнювача (за наявності).

**Серія S** (рис. 10.12) — «флагманська» серія. У ній потужні та продуктивні роторні комбайни S760 (потужність двигуна 272 кВт/370 к. с.); S770 (317 кВт/431 к. с.); S780 (402 кВт/547 к. с.); S790 (460 кВт/625 к. с.).

У конструкції цих автоматизованих роторних комбайнів застосовано «революційну» (за визначенням компанії-виробника) інтегровану систему регулювання комбайна (ICA2), яка в автоматичному режимі допомагає комбайну працювати максимально ефективно незалежно від умов його роботи.

У комбайнах серії S реалізовано концепцію молотильно-сепарувальної системи з одним ротором. Замість того щоб розділяти потік рослинної маси надвоє, обробляють один-єдиний потік, а отже, потрібна менша потужність. Ротор великого діаметра створює більшу інерцію, ніж ротори менших розмірів, і це дає змогу зменшити швидкість його обертання за високої якості обмолочування та сепарації. При цьому хлібна маса проходить через зони обмолочування по кілька разів, тоді як під час традиційних систем обмолочування хлібна маса проходить через такі зони тільки раз.

На зазначених комбайнах також застосовано сучасну прогресивну систему очищення «Dyna-Flo Plus». Площа решітного стану становить майже 6 м<sup>2</sup>, це одна з найбільших систем очищення на ринку, а отже, ворох знаходиться на решетах довше, через що поліпшується якість очищення зерна за мінімальних його втрат. Вентилятор подає на очищення повітря — до 740 м<sup>3</sup>/хв, розподіляючи цей потік рівномірно по всій ширині решітного стану.



Рис. 10.12. Зернозбиральний однороторний комбайн «John Deere» серії S

На комбайнах серії S усі органи керування сконцентровані в одному місці. Дисплей 4-го покоління повністю модернізовано з урахуванням застосування простих у використанні навігаційних можливостей, як у смартфоні. Перехід зі сторінки на сторінку, вибір необхідних для роботи програм і налаштувань здійснюється рухом пальця. Крім того, використано просту систему навігації, що зменшує кількість натискань на екран, необхідних для переходу в потрібне місце меню керування.

Зручна конструкція рукоятки «Command Pro» дає змогу керувати всіма головними функціями. При цьому керування можна налаштувати за допомогою семи програмованих кнопок. Або можна просто перемикатися між функціями, повертаючи коліщатко на рукоятці керування. У «Command Pro» зосереджено в середньому на 30 % більше функцій, ніж у пристроях керування будь-якого іншого комбайна. Величезною машиною можна керувати інтуїтивно, буквально із заплющеними очима.

**Комбайни серії X9** (рис. 10.13) від «John Deere» — це поєднання високої продуктивності й ефективності. Пропускна здатність цієї серії — понад 100 т/год, а втрати не перевищують 1 %. З комбайнами агрегатується жатка захватом 15,2 м.

Двигун комбайна X9 1000 об'ємом 13,6 л розвиває максимальну потужність 470 кВт/639 к. с., а X9 1100 — 515 кВт/700 к. с.

Комбайн має значну площу обмолочування — 4 м<sup>2</sup>, сепарації роторів — 22,5 м<sup>2</sup>, а загальна площа решет системи очищення становить 7 м<sup>2</sup>.

Завдяки використанню двороторної системи (рис. 10.14) і широкому корпусу на комбайнах серії X9 хлібна маса розподіляється тоншим шаром, що забезпечує більш ефективне обмолочування та сепарацію зерна.

Комбайн «John Deere» X9 оснащений цифровою системою збирання врожаю «Operations Center». Мобільні додатки та бездротове передання даних забезпечують контроль за керуванням робочими процесами.



Рис. 10.13. Зернозбиральний двороторний комбайн «John Deere» серії X9



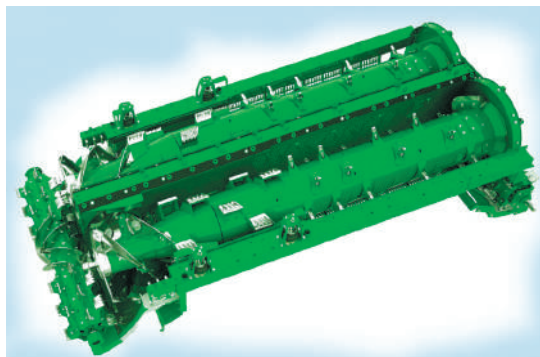


Рис. 10.14. Двороторна система обмолочування та сепарації комбайна «John Deere» серії X9

«Operations Center» доступний із будь-якого пристрою, надійно зберігає всі дані про збирання врожаю. Він сприяє поліпшенню процесу ухвалення агрономічних рішень для підвищення врожайності та прибутковості в довгостроковій перспективі.

У комбайнах використано інтегровану систему регулювання, яка здійснює інтелектуальне керування та контроль. Вона автоматично забезпечує високі показники в процесі збирання, незалежно від умов роботи та рівня кваліфікації оператора.

Навіть якщо людина в кабіні комбайна під кінець робочої зміни почуватиметься стомленою, якість обмолоченого зерна від цього не постраждає. Електроніка пропонує вказати критично недопустимий рівень втрат зерна та мінімальні параметри відхилення його якості. Далі програмують цільовий рівень продуктивності, і комбайн в автоматичному режимі підлаштовує всі системи для підтримання заданих показників. При цьому продуктивність роботи комбайна «John Deere» зі збереженням якості зібраного зерна та мінімальними втратами може зрости на 15 % і більше.

Система поточних налаштувань комбайна дає змогу змінювати робочі параметри машини в будь-який момент: враховують вологість культури, забур'яненість поля, поточну врожайність на певній ділянці поля тощо. Електроніка в режимі реального часу підлаштовує комбайн на оптимальний режим роботи навіть тоді, коли людина не помічає тієї чи іншої проблеми.

Дані для керування налаштуваннями молотильно-сепарувальної та очисної систем додатково збирають за допомогою спеціальних цифрових камер. Обидві камери постійно визначають кількість пошкодженого зерна та відсоток засміченості збираної маси.

Система «Active Yield» відповідає за автоматизацію процесу калібрування датчика врожайності за фактичною масою намолоченого зерна. Три датчики в зерновому бункері автоматично визначають зміну маси під час заповнення бункера. Електроніка порівнює ці дані з вимірюван-

нями датчиків урожайності та вологості, постійно калібруючи показання датчика врожайності.

Крім того, використовується система «Active Terrain Adjustment», яка автоматично регулює всі налаштування системи очищення: швидкість вентилятора, зазор верхнього та нижнього решет під час руху машини по нерівній поверхні з урахуванням особливостей культури, яку збирають. Це не лише знижує рівень втрат зерна та підвищує його якість, але й дає змогу комбайнеру зосередитися на керуванні машиною, що істотно підвищує безпеку та зберігає високу продуктивність збирання врожаю.

### 10.3. Зернозбиральні комбайни «New Holland»

Самохідні комбайни, які випускають під брендом «New Holland», є одними з найпопулярніших у світі. Висока продуктивність у поєднанні з надійністю та економічністю, великою кількістю унікальних конструктивних рішень і нових систем ось уже не одне десятиліття дають змогу компанії бути авторитетним виробником зернозбиральної техніки. Оснащені сучасними механізмами й електронікою, комбайни «New Holland» зручні в керуванні, потужні та дають можливість збирати врожай з мінімальними втратами.

Усі моделі комбайнів «New Holland» оснащують автоматичними системами, створеними за новітніми технологіями.

Система «*SmartSlev*» контролює поперечний нахил машини для рівномірного розподілу зерна по очищенню. Це досягається завдяки шарнірному встановленню решет і регулюванням швидкості вентилятора.

«*Varifeed*» — жатка з поздовжнім переміщенням різальної частини на відстань до 50 см, що регулюється дистанційно залежно від виду культури. Це дає можливість постійно працювати на оптимальній швидкості.

«*Lateralfloat*» — жатка, яка завдяки своїй конструкції забезпечує під час роботи повторення рельєфу ділянки для отримання однакової висоти зрізання.

«*IntelliCruise*» — електронна система, яка забезпечує оптимальний режим у різних умовах роботи комбайна, регулює завантаження жатки, що змінюється залежно від рівня врожайності ділянки.

«*SmartSteer*» — лазерна система, яка коригує рух машини, контролюючи скошену й нескошену ділянки, визначаючи їхні межі з точністю до 1 см. Дає можливість уникати огріхів і перекриттів.

Компанія «New Holland» випускає кілька різних серій комбайнів, які відрізняються продуктивністю, габаритами та функціями. Кожна зернозбиральна машина оснащена спеціальними жатками для збирання зерна або кукурудзи. Розглянемо особливості найбільш поширених моделей.

**Комбайн «New Holland CH 7.70».** Компанія «New Holland» поєднала свою двороторну технологію сепарації «Twin Rotor™» із молотильним



Рис. 10.15. Зернозбиральний комбайн «New Holland CH 7.70»

барабаном великого діаметра, яким оснащують її зернозбиральні комбайни, з барабанно-клавішною молотаркою, створивши абсолютно нову концепцію збирання врожаю — комбайн CH7.70 (рис. 10.15). Ця машина призначена для великих рослинницьких господарств і підрядних компаній, яким потрібна висока продуктивність праці. Комбайн CH формує новий сегмент поміж барабанно-клавішними комбайнами середнього класу та флагманськими роторними моделями.

Комбайни цієї серії мають високі експлуатаційні показники: збільшену на 10 % порівняно з комбайном SX6.90 потужність двигуна; більшу на 25 % продуктивність праці порівняно з комбайнами барабанно-клавішного типу, представленими в цьому сегменті; зменшену кількість битого зерна; підвищену пропускну здатність системи очищення зерна, що досягається використанням трикаскадного решітного стану замість двокаскадного.

Гібридний зернозбиральний комбайн CH якісно виконує технологічний процес завдяки новим технологіям, якими він оснащений. Система обмолочування (рис. 10.16, с. 236) з перевіреною часом системою регулювання підбарабання молотильного барабана «Opti-Thresh™» поєднана на ньому із системою сепарації «Twin Rotor™» із двома роторами діаметром 530 мм. Це дало змогу додатково поліпшити якість зерна й соломи та підвищити експлуатаційну зручність комбайна, максимально спростивши користування ним.

Комбайни серії CH оснащують молотильним барабаном, який має найбільший діаметр для комбайнів цього класу — 600 мм. Завдяки посиленій конструкції він навіть у складних умовах роботи забезпечує високу продуктивність та ефективність роботи системи обмолочування. Для регулювання частоти обертання його привід оснащений новим варіатором, яким керують дистанційно з кабіни з урахуванням типу та стану культури.

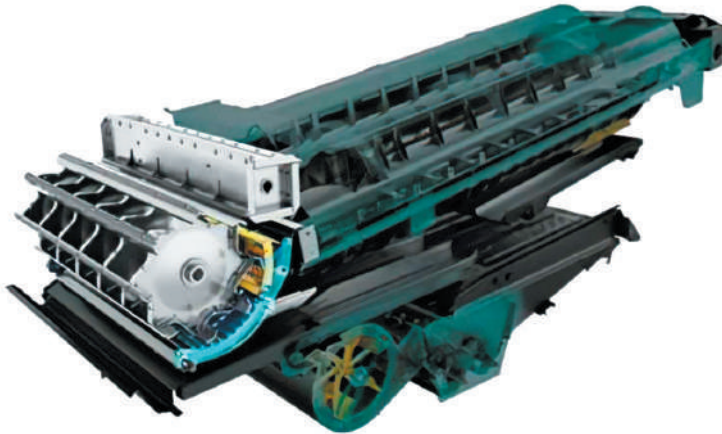


Рис. 10.16. Гібридна система обмолочування, сепарації та очищення комбайна «New Holland CH 7.70»

Відбійний бітер не тільки спрямовує зернову масу у верхню частину приймальної зони роторів, щоб підвищити ефективність роботи системи сепарації, а й забезпечує більш інтенсивне обмолочування.

Налаштування системи обмолочування з урахуванням загального стану культури та ступеня її стиглості здійснює система «Opti-Thresh™», змінюючи положення задньої секції підбарабання.

Використання модульних підбарабань скорочує час налаштування в разі переходу до збирання іншої культури з 6 год до 20 хв. Для цього необхідно лише вибрати відповідне підбарабання і замінити нижні секції.

Завдяки системі сепарації «Twin Rotor™» з двома роторами (довжина кожного з них дорівнює 3,45 м, діаметр 530 мм) комбайн СН має найбільшу у своєму сегменті площу сепарації, яка сягає 2,9 м<sup>2</sup>. Ротори плавно переміщують зернову масу, рівномірно розподіляючи її по всій своїй довжині, поліпшуючи цим процес сепарації. Вісім знімних підбарабань на роторах значно спрощують і прискорюють очищення машини та її технічне обслуговування. Для оптимальної роботи з урахуванням типу культури та її стану передбачено дві робочі швидкості роторів.

Трикаскадний решітний стан «Triple-Clean™» (рис. 10.17), який належить до базової комплектації комбайна СН, підвищує пропускну здатність системи очищення зерна на 15 %.

Це просте, але ефективне рішення інтенсифікує процес очищення за рахунок додаткового каскаду в центрі скатної дошки, де потік повітря видаляє з маси невіяного зерна значну кількість полови та посіченої соломи до того, як матеріал потрапить на основні решета. Трикаскадна система не тільки підвищує якість і продуктивність очищення, а й підвищує загальну пропускну здатність комбайна. Збільшенню загальної продуктивності роботи комбайна сприяє також новий подавальний

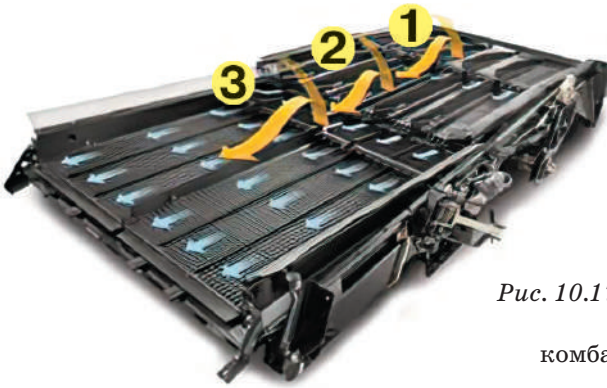


Рис. 10.17. Трикаскадний решітний стан  
«Triple-Clean™»  
комбайна «New Holland CH 7.70»

поперечний шнек із подвійною навивкою, який транспортує зерно на зерновий елеватор зі збільшеною швидкістю.

Система «Opti-Fan™» в автоматичному режимі компенсує подовжній нахил комбайна під час роботи на схилах, підтримуючи сталу швидкість проходження зернової маси через решітний стан. Коли комбайн рухається вгору схилом, частота обертання вентилятора вітрорешітного очищення автоматично зменшується, щоб уникнути втрат зерна, а коли рухається вниз схилом, вона зростає, щоб запобігти скупченню зерна на решетах.

Система «Smart Sieve™», яку встановлюють як додаткове обладнання, автоматично компенсує бічні нахили під час роботи на схилах, нейтралізує їхній негативний вплив на систему очищення й забезпечує рівномірне завантаження решітного стану для отримання чистого зерна. Ця система також коригує зворотно-поступальні рухи решітного стану залежно від частоти обертання вентилятора вітрорешітного очищення та розміру зерен для забезпечення оптимального переміщення маси.

Зерновий бункер місткістю 9300 л можна розвантажити за 93 с, оскільки швидкість вивантаження становить 100 л/с. Вивантажувальний шнек завдовжки 6,4 м дає змогу працювати навіть із високими сучасними причепами.

Розкидач половини з гідроприводом має широкий діапазон регулювання швидкості з урахуванням ширини жатки й може працювати в трьох заданих режимах.

На комбайнах СН встановлюють кабінку «Harvest Suite™» (рис. 10.18, с. 238) класу «Deluxe», яка забезпечує високий рівень комфорту для оператора.

Гібридний комбайн СН може бути оснащено сучасними системами точного землеробства, що додатково підвищують продуктивність та ефективність його роботи. Крім того, на замовлення на комбайн встановлюють: систему автоматичного ведення «EZ-Pilot», телематичну систему «MyPlm Connect», датчики врожайності та вологості, а також три оглядові відеокамери.





Рис. 10.18. Розміщення консолі керування в кабіні комбайна «New Holland CH 7.70»

**Комбайн «New Holland CR 8.90».** Основні характеристики кожного комбайна серії CR (рис. 10.19) зазначено на номері моделі. Перше число в нумерації моделі (7, 8, 9 чи 10) вказує на клас зернозбирального комбайна: що більше значення цієї цифри, то він потужніший. Останні два числа (80 або 90) вказують на більшу пропускну здатність.

Ця серія комбайнів відрізняється високою енергоефективністю завдяки використанню передової технології збирання врожаю, обладнанню системами автоматичного керування.

Найбільші комбайни «New Holland CR» високопродуктивні й не пошкоджують зерно під час збирання. Моделі оснащені роторами 430 або 560 см. На комбайн можна встановлювати широку жатку «Varifeed» (10 м). А якщо встановити жаку «Superflex», то можна працювати на ділянках зі складним рельєфом.

Високоєфективна двороторна система обмолочування і сепарації «Twin Rotor™» (рис. 10.20) забезпечує високу якість зерна та соломи



Рис. 10.19. Зернозбиральний комбайн «New Holland» серії CR

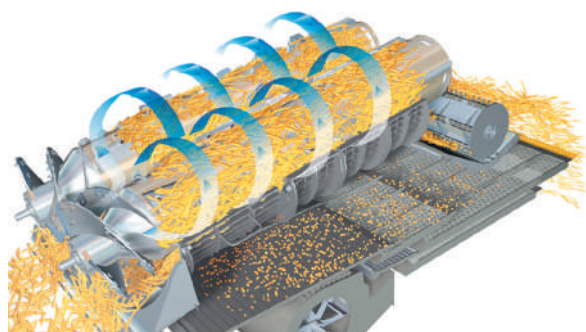


Рис. 10.20. Двороторна система обмолочування та сепарації «Twin Rotor™»

навіть у складних умовах збирання, наприклад за високої вологості. Приймальний бітер «Dynamic Feed Roll™» з інтегрованим каменевловлювачем ефективно захищає молотильний пристрій комбайна від потрапляння каміння під час роботи.

Система селективної каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів «ECOBlue™ SCR», якою оснащено двигуни на комбайнах CR7.90 та CR8.80, забезпечує їхню відповідність екологічному стандарту Tier 4A і значно скорочує експлуатаційні витрати, знижуючи споживання пального. На всіх інших моделях серії CR використовують новітню високоефективну систему селективної каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів «ECOBlue™ HI-eSCR», яка забезпечує відповідність їхніх двигунів до ще більш суворих обмежень викидів Tier 4B і підтримує високий рівень екологічної безпеки.

Нова кабіна «Harvest Suite™ Ultra» має високий рівень комфорту завдяки застосуванню досягнень сучасної ергономіки. Кабіна має внутрішній об'єм 3,7 м<sup>3</sup> і площу застакнення 6,3 м<sup>2</sup>, що забезпечує хорошу оглядовість комбайна оператором. Рівень шуму в ній не перевищує 73 дБ(А). Монітор «IntelliView™ IV» із сенсорним екраном з діагоналлю 26,4 см можна регулювати у найзручніше для огляду положення.

Комбайни «New Holland» серії CR оснащують електронною системою, у пам'яті якої до 50 налаштувань режимів роботи під різні сільгоспкультури.

Для зниження тиску на ґрунт, роботи на схилах або в'язких ділянках можна встановити гусеничні рушії «SmartTrax».

Система контролю надходження хлібної маси «IntelliCruise™» автоматично регулює швидкість руху комбайна відповідно до його завантаження. Датчик, установлений на жатці, постійно зчитує об'єм скошеної хлібної маси, тому в зонах із меншим завантаженням швидкість руху автоматично зростає для забезпечення максимальної ефективності роботи комбайна незалежно від різної врожайності на окремих ділянках поля.

Загальна площа повітряного очищення в моделі CR 8.90 становить 6,54 м<sup>2</sup>, тому зерноочисний пристрій ефективно справляється з великими обсягами зерна. Система «Opti-Clean™» оптимізує робочий процес у системі очищення. Усі три пристрої, які очищують зерно (первинне,

нижнє і верхнє решета), працюють незалежно один від одного, щоб оптимізувати каскад відсіювання для підвищення продуктивності. Рухи решет у протилежних напрямках зменшують вібрації комбайна й забезпечують комфортні умови для оператора.

Автоматична система захисту від каміння (ASP) у разі виявлення каменя автоматично відчиняє люк, і камінь потрапляє в спеціальний відсік. Цей процес вимагає мінімальної участі оператора й забезпечує безперешкодний потік урожаю від пристрою подання до роторів. У результаті підвищуються якість зерна й соломи та забезпечується захист внутрішніх елементів комбайна, що подовжує термін його використання.

Комбайн також обладнують системою «Opti-Fan™», що змінює швидкість повітряного потоку очищення під час роботи на схилах. Ця ефективна система підвищує якість очищення зерна при зменшенні втрат і не потребує додаткового втручання оператора.

Нова флагманська модель CR10.90 — це найпотужніший комбайн серії CR на сьогодні. У ньому втілено такі нові розробки, як шасі з гусеничними рушіями «SmartTrax™», система автоматичного регулювання швидкості руху комбайна залежно від завантаження «IntelliCruise™», система автоматичного водіння «IntelliSteer®» і розкидач соломи «Opti-Spread™» разом з інноваційним подавальним бітером «Dynamic Feed Roll™» із каменевловлювачем.

Комбайн серії CR10.90 оснащено дизельним двигуном «Cursor 16» потужністю 653 к. с. Надзвичайно ефективні робочі характеристики цього двигуна в поєднанні із сучасними технологіями збирання врожаю та системою автоматичного водіння дають змогу комбайну працювати практично цілодобово без зупинки. Завдяки роторам зі збільшеною кількістю молотильно-сепарувальних елементів зростає продуктивність роботи комбайна навіть в умовах підвищеної вологості хлібної маси. Як опцію встановлюють подавальний бітер DFR з каменевловлювачем, який додатково підвищує й без того високу пропускну здатність комбайна, оптимізуючи при цьому подання скошеної маси до роторів і запобігаючи подрібненню зерна.

**Комбайни «New Holland» серії CX.** Такі комбайни належать до середнього класу. «New Holland CX 6.90» (рис. 10.21), «New Holland CX 8.80» ефективно працюють навіть у найскладніших умовах під час збирання різних видів культур (табл. 10.4).

Комбайни серії CX можна агрегатувати з різними жатками, ширина захвату яких становить від 4,7 до 12,5 м, що забезпечує ефективну роботу з різними видами культур, а це підійде як для агрохолдингу, так і для дрібних фермерів. Їх обладнують новою системою «IntelliCruise®», завдяки якій підвищується продуктивність комбайна й регулюється швидкість його руху в автоматичному режимі, враховуючи завантаження двигуна;

Молотильна система із чотирма барабанами сприяє рівномірному ефективному обмолочуванню.

На комбайнах використовують нову систему автоматичного контролю висоти зрізання «AutoFloat» для точного копіювання рельєфу поля.



Рис. 10.21. Зернозбиральний комбайн «New Holland CX6.90»

Клавіші соломотряса оснащені функціями зміни частоти коливань «Opti-Speed», що забезпечують швидке налаштування під час зміни культури та в цілому підвищення продуктивності комбайна.

Панорамна кабіна оснащена зручним монітором, сучасною системою керування та всім необхідним для продуктивної і комфортної роботи оператора.

Таблиця 10.4

**Основні технічні характеристики комбайнів  
«New Holland» CX 6090, CX 8070, CX 8080**

Технічна характеристика	Модель комбайна		
	CX 6.90	CX 8.70	CX 8.80
Ширина жатки	5,18–9,14	5,18–9,15	5,18–9,15
Кількість рядків кукурудзозбиральної жатки	6–8	6–8	6–8
Оберти молотильного барабана, об./хв	400–1140	305–905	305–905
Оберти сепаратора, об./хв	400–760	387–700	387–700
Площа соломотряса, м <sup>2</sup>	6,45	5,93	5,93
Площа решет очищення, м <sup>2</sup>	5,207	6,5	6,5
Двигун	«Nef FPT Cursor 9»	«FPT Cursor 9»	«FPT Cursor 9»
Потужність, кВт (к. с.)	220/299	240/326	260/354
Трансмісія	тришвидкісна, гідростатична	чотиришвидкісна, гідростатична	чотиришвидкісна, гідростатична
Об'єм бункера, л	9300	9000	9500
Розміри (без жатки), Д×Ш×В, мм	8760×3500×3990	9070×3500×3960	9070×3700×3960
Маса (без жатки), кг	14 700	13 650	13 830



#### 10.4. Зернозбиральні комбайни «Fendt»

«Fendt Ideal» (рис. 10.22) — це комбайн нового покоління. Кожен вузол був спеціально спроектований, щоб забезпечувати високі результати в будь-яких умовах обмолочування. Уся конструкція спрямована на досягнення ефективності, отримання високоякісного зерна та соломи, забезпечення високої надійності, простого інтуїтивного керування разом з автоматизацією налаштувань.

«Fendt Ideal» вирізняється на тлі інших комбайнів передусім завдяки системам роторів «Single» («Ideal 7») і «Dual Helix» («Ideal 8» і «Ideal 9») (табл. 10.5). Ротори «Helix» — найдовші на ринку (4838 мм), вони поєднують максимальну продуктивність та ефективне обмолочування з високою якістю зерна й соломи та низьким енергоспоживанням.

У найсучасніших моделях комбайнів «Fendt», таких як «Ideal», застосовують систему «Ideal harvest» із датчиками маси (MAD), які в режимі реального часу відображають стан завантаження молотарки й системи очищення. Ці датчики визначають обсяг потоку зібраної маси та втрати зерна. Вони розміщені вздовж роторів і коробка стрясної дошки.

Ефективною є камера контролю якості зерна, яка показує чистоту зібраного зерна, рівень його втрат, відсоток битого зерна. Отримані дані відображаються на дисплеї «iPad», який також показує, у якій частині системи накопичується найбільша кількість зібраної маси.

Мобільне рішення «Smart Connect» розраховане на формування індивідуальної технології збирання, щоб мінімізувати засміченість, травмування та втрати зерна, шляхом автоматичного регулювання зазорів підбарабання чи швидкості обертання ротора.



Рис. 10.22. Зернозбиральний комбайн «Fendt Ideal 9»



## Технічні характеристики комбайнів «Fendt Ideal»

Модель комбайна	Потужність, кВт/к. с.	Кількість роторів	Площа зони обмолочування, м <sup>2</sup>	Площа зони сепарації, м <sup>2</sup>	Площа верхнього решета, м <sup>2</sup>	Площа нижнього решета, м <sup>2</sup>
«Ideal 7»	336/451	1	0,83	1,44	2,71	2,19
«Ideal 8»	401/538	2	1,66	1,92	2,71	2,19
«Ideal 9»	483/647	2	1,66	2,40	2,98	2,42
«Ideal 10»	581/790	2	1,66	2,88	2,98	2,42

Усі комбайни «Fendt Ideal» працюють з останнім поколінням жаток — «PowerFlow», стрічки яких переміщують скошену масу колосками вперед усередину машини, унаслідок чого вона рівномірно подається й ефективно обмолочується. У конструкції комбайнів «Fendt» використано оригінальну систему налаштування жатки за допомогою технології «Fendt Autodock™», яка автоматично приєднує жатку до комбайна впродовж 5 с без докладання ручної праці. У разі потреби відбувається розпізнавання навісного обладнання і відновлення останніх налаштувань, які використовували під час роботи із жаткою раніше. Для цього користуються спеціальною цифровою міткою, що базується на принципі радіочастотної ідентифікації.

Барабан «RotorFeeder» (рис. 10.23) діаметром 600 мм підбирає культуру знизу й подає її в ротори, що забезпечує якісне обмолочування. Швидкість «RotorFeeder» автоматично регулюється пропорційно до швидкості обертання ротора — вона завжди становить 70 % від швидкості ротора. Оскільки швидкість регулюється так, щоб якнайкраще відповідати швидкості ротора, і канал надходження маси великий, солома завжди залишається неушкодженою. «RotorFeeder» під час цього процесу споживає мало енергії та гарантує безперервний і стабільний потік рослинної маси.

Усі компоненти роторів «Helix» (рис. 10.24, с. 244), такі як біла та пальці ротора, встановлено в чотири ряди по спіралі. Передня частина роторів містить чотири біла, установлені в поздовжньому напрямку. Вони виминають зерно з колосків. Під роторами розташовані підбарабання, які можуть мати різну конструкцію з метою отримання



Рис. 10.23. Подавальний барабан «RotorFeeder»



Рис. 10.24. Ротори «Single Helix», «Dual Helix»

найкращих результатів у різних типах робіт. Їх можна легко й просто зняти та встановити інші підбарабання залежно від виду культури, яку збирають. Зазор між підбарабанням і ротором, максимальне значення якого становить 35 мм, регулює гідропривід. Пальці ротора відхилені на 20°, завдяки чому потік рослинної маси розділяється між витками спіралі, яка захоплює масу й обертає її навколо ротора. У такий спосіб вдається уникнути пікових навантажень на ротор. Крім того, у конструкції відсутні грані, за які рослинна маса могла б чіплятися.

Система обмолоту відрізняється простотою конструкції. Оператору потрібно за необхідності лише змінювати діапазон швидкості ротора та зазор підбарабання.

На однороторних моделях («Ideal 7») вимолочене зерно з домішками збирається в центрі довгої скатної дошки, що має увігнуту форму, а потім рівномірно розподіляється в передній частині стрясної дошки. У системі «Dual Helix» із двома роторами задня скатна дошка має опуклу форму, щоб зерно з домішками зміщувалося до її зовнішніх кінців. Це дає змогу правильно розподілити зернову масу по системі очищення комбайна під час роботи в будь-яких умовах. На схилах до 15° така конструкція допомагає уникнути до 60 % втрат порівняно з плоскими скатними дошками.

Щоб гарантувати, що в зерновий бункер нічого не потрапить, крім чистого зерна, моделі «Fendt Ideal» оснащують унікальною і простою системою «Idealbalance™». За її основу взято подвійну скатну зернову дошку (рис. 10.25). Передня скатна дошка збирає обмолочений ротором матеріал у передній частині та спрямовує його до передньої частини стрясної дошки. Задня скатна дошка збирає матеріал, відкинутий роторними пальцями, і спрямовує його назад до стрясної дошки. Це дає змогу повністю використати площу стрясної дошки та якісно очистити рослинну масу.

Шість подільників стрясної дошки (рис. 10.26) («Ideal 7», «Ideal 8») заввишки 150 мм обмежують бічне зміщення зернової маси під час руху комбайна поперек схилу крутизною до 15° і забезпечують якісне

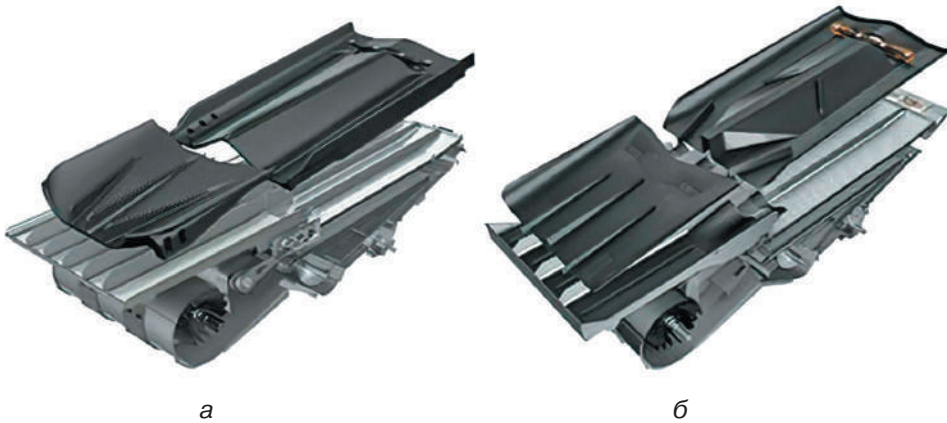


Рис. 10.25. Скатні дошки комбайнів «Fendt Ideal»:  
а — «Ideal 8»; б — «Ideal 9»; «Ideal 10»

очищення зерна. Датчики втрат на кінці решітного стану допомагають оператору ефективно налаштувати комбайн.

Стрясна дошка на «Ideal 9» та «Ideal 10» оснащена ввігнутими поверхнями. Завдяки ввігнутій формі важкі зерна збираються в нижній частині дошки, а легші частинки вимолоченої маси за законами фізики залишаються у верхньому сегменті. Увігнуті поверхні мають розширений повітропровід, який дає змогу значно збільшувати об'єм повітря, яке подається вентилятором. Увігнуті чотириступінчасті сегменти на «Ideal 10» можна легко демонтувати для очищення.



Рис. 10.26. Подільники стрясної дошки

Відкриття решет регулюють із кабіни за допомогою електричного керування.

Для максимальної продуктивності комбайнів «Fendt Ideal» спеціально розроблено систему домолочування. Недомолочені колоски домолочує шнек, і вони надходять на скатну дошку. Обмолочування відбувається між шнеком і взаємозамінними кришками, які можуть мати рифлену або гладеньку поверхню залежно від бажаної інтенсивності обмолочування.

Розкидач соломи розташований на кінці решітного стану й розподіляє солому та половику за бажаною схемою. Після соломоподрібнювача встановлюють або розкидач «ActiveSpread», або пасивні дефлектори (напрямячі) соломи. «ActiveSpread» працює з двома гідравлічними розкидачами соломи, швидкість яких можна регулювати з кабіни. На

пасивному розкидачі соломи регулювати дефлектори, що змінюють напрямок розкидання, можна за допомогою електропривода або вручну. Лівий чи правий бік завжди можна налаштувати окремо.

Оскільки диски для розкидання подрібненої маси мають гідравлічний привід, це дає можливість здійснювати безступінчасте регулювання їхньої швидкості. Є можливість вибрати одне з трьох налаштувань розкидання соломи (рис. 10.27): подрібнення та перемішування (полова надходить у подрібнювач), скидання соломи та змішування (полова потрапляє у валки) та відділення половини від соломи (полова відкидається вбік).

Комбайни «Fendt Ideal» можуть бути оснащені одним із двох варіантів зернових бункерів — «Streamer 210» об'ємом 17 100 л і швидкістю вивантаження 210 л/с або «Streamer 140» об'ємом 12 500 л і швидкістю вивантаження 140 л/с. Значний об'єм і збільшена швидкість вивантаження повністю відповідають високій продуктивності комбайна. Значної швидкості вивантаження вдалося досягти завдяки великому діаметру (480 мм) вивантажувального шнека. Зерновий бункер повністю випорожнюється за 81 с навіть у дуже щадному режимі з низькими енерговитратами.

Великий діаметр вивантажувального шнека дає можливість поєднувати невисоку швидкість його обертання з великою пропускною здатністю. Це гарантує високу якість зерна.

Зерновий елеватор обладнаний датчиками врожайності та вологості, а також камерою контролю якості зерна. Точність отриманих даних становить 98 % і застосовується в поєднанні зі стандартним картуванням урожайності в реальному часі «VarioDoc Isobus» та системи «Ideal Harvest™», що відповідно до поточних налаштувань змінює частоту обертання ротора та вентилятора, відкриття верхнього й нижнього решет, а також регулює швидкість руху комбайна.

Чотири різні моделі «Fendt Ideal» оснащують чотирма різними двигунами, що відповідають продуктивності комбайнів. На моделях «Ideal 7»

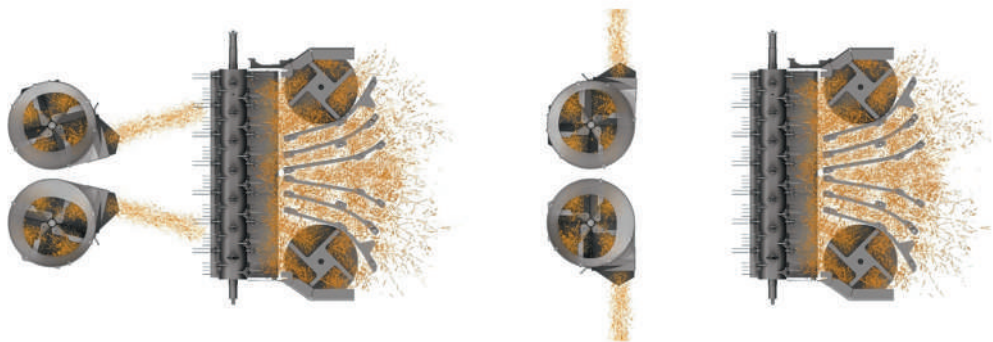


Рис. 10.27. Варіанти розкидання по полю подрібненої незернової частини



Рис. 10.28. Реверсивний вентилятор двигуна, що автоматично змінює напрямок потоку повітря, ефективно очищує елементи радіатора

установлюють двигуни «AGCO Power», а моделі «Ideal 8», «Ideal 9» та «Ideal 10» оснащують трьома різними двигунами MAN, що відповідають нормам викидів Stage 5. Максимальна потужність двигуна 790 к. с. у комбайна «Ideal 10T».

Система охолодження двигунів є основним компонентом, який гарантує їхню ефективну та надійну роботу в будь-яких спекотних умовах. Система охолодження «AirSense®» була спеціально розроблена для комбайнів «Fendt Ideal». Завдання полягало в тому, щоб забезпечити максимальну потужність охолодження з мінімальними витратами енергії. Крім того, система охолодження «AirSense®» оснащена реверсивним вентилятором діаметром 950 мм (рис. 10.28), який кожні 10 хв автоматично змінює напрямок обертання для очищення радіатора.

Комбайни «Fendt Ideal» оснащені системою компенсації нахилу «ParaLevel», що ефективно працює на схилах із крутизною до 14 %. Вузька база шасі комбайна «Fendt Ideal» також дає можливість вибирати колеса з великою площею контакту, при цьому зовнішня ширина залишається в межах 3,3 м навіть із колесами 800/70R38, що не перевищує обмеження транспортної ширини 3,5 м.

Замість передніх коліс можуть установлювати гусеничні рушії, які значно зменшують питомий тиск на ґрунт, підвищують тягові якості комбайна та його прохідність.

Задній ведучий міст трансмісії комбайнів «Ideal» додатково автоматично вмикається (режим 4WD) тоді, коли повний привід потрібний для кращого зчеплення з опорною поверхнею. Коли задіяно блокування диференціала, повний привід працює постійно. Під час повороту блокування диференціала вимикається, а після завершення маневру вмикається знову.

Коробка передач «Fendt Ideal» має дві передачі з діапазонами швидкостей 0–15 км/год або 0–40 км/год. Система «Fendt MotionShift» дає можливість зручно перемикаєти передачі на ходу, використовуючи



кнопку на підлокітнику сидіння оператора. Швидкість можна легко регулювати за допомогою багатофункціонального джойстика. У режимі CVT (безступінчасте регулювання) швидкість починається з 0 км/год.

Кабіна «Fendt VisionCab» спеціально спроектована так, щоб забезпечити панорамний огляд обладнання комбайна. Низький рівень шуму (усього 73 дБ) створює прийнятну робочу атмосферу.

Із системою «IdealHarvest™» комбайни «Fendt Ideal» задають нові стандарти у сфері автоматизації налаштувань техніки. Вона здатна повністю автоматизувати інтенсивну роботу комбайна. Датчики надають усі дані, необхідні для автоматичного налаштування попередньо обраної стратегії збирання врожаю і досягнення найкращих результатів обмолочування. «IdealHarvest™» відображає потік матеріалу через комбайн у режимі реального часу, що дає можливість за потреби вносити відповідні корективи. На дисплей виводяться такі показники, як об'єм потоку та втрати зерна, що розраховуються в режимі реального часу на підставі даних, отриманих із встановлених на комбайні датчиків. Завдяки відеокамері контролю якості зерна можна легко оптимізувати цей важливий показник.

Для розширеного керування функціями комбайна через «IdealHarvest™» достатньо встановити в кронштейн планшет iPad і запустити програму.

На вибір оператора пропонують три основні стратегії збирання врожаю: мінімізація пошкоджень, мінімізація втрат зерна й оптимізація чистоти зерна. За допомогою повзунка можна також задати значення продуктивності. Після цього частота обертання ротора та вентилятора, відкриття верхнього й нижнього решет, а також швидкість руху безперервно налаштовуються відповідно до обраної стратегії.

Завдяки системам «Fendt VarioDoc» та «VarioDoc Pro» всю інформацію про роботу комбайна можна зберегти в електронному форматі у «Varioterminal» лише за кілька кліків і передати її на базу даних польових робіт. «VarioDoc» встановлюють на кожному комбайні «Fendt Ideal», а «VarioDoc Pro» — на замовлення; вона пропонує розширений список функцій, зокрема бездротове передавання даних.

Завдяки картуванню врожайності на «Fendt Ideal» у реальному часі поточна врожайність у кожній точці поля відображається на терміналі в процесі роботи. Також є можливість відобразити на екрані рівень вологості культури. Система працює за допомогою GPS і датчиків врожайності та вологості, встановлених на зерновому елеваторі.

Щоб краще було оглядати жатку, «Fendt Ideal» пропонує революційну концепцію — «IdealDrive», що повністю усуває потребу в рульовій колонці. Замість використання рульового колеса комбайном керують за допомогою джойстика, розташованого на лівому підлокітнику. Напрямок руху комбайна керують лівою рукою, тоді як права контролює швидкість ходу. Це означає, що оператор завжди матиме хороший

огляд площі. Керування та інтуїтивний відгук джойстика пропорційні швидкості ходу.

### 10.5. Зернозбиральні комбайни «Case IH»

Зернозбиральні комбайни «Axial-Flow» компанії «Case IH» згідно з вимогами ринку оснащено широким спектром електронних систем, спрямованих на максимальну автоматизацію і точність процесів збирання зерна.

Розглянемо особливості комбайнів компанії «Case IH» на прикладі серії «Axial-Flow 250» (рис. 10.29).

Споживачеві пропонують три моделі від 498 до 634 к. с.

Загалом комбайни «Axial-Flow» створено для вирішення завдань, пов'язаних із високоврожайними культурами, змінами клімату та постійною гонитвою за підвищенням ефективності роботи. Завдяки сучасним функціям комбайни 250-ї серії забезпечують швидке збирання врожаю при підвищеній потужності обмолочування та високій якості зерна навіть у найскладніших умовах.

Комбайни «Axial-Flow 250» обладнані найсучаснішою технологією автоматизованого збирання врожаю від «Case IH» — «AFS Harvest Command™», яка позбавляє оператора необхідності постійно прилаштовувати параметри комбайна до мінливих умов збирання врожаю, якщо це відбувається протягом тривалого часу. Ця система контролює всі



Рис. 10.29. Розміщення агрегатів на комбайнах «Case IH» серії «Axial-Flow»

основні елементи комбайна й оптимізує його робочі налаштування відповідно до стратегій збирання врожаю, аби забезпечити максимальну продуктивність роботи машини.

Система автоматизації «AFS Harvest Command™» аналізує дані із 16 різних датчиків, кожен з яких відповідає за свою ділянку контролю. За допомогою «AFS Harvest Command™» через термінал «AFS Pro700» налаштовують роботу машини. При цьому є можливість переводити комбайни в автоматичні режими збирання визначених культур. Поки що таких режимів чотири: найменших втрат; найкращої якості зерна; фіксованої пропускної здатності; максимальної пропускної здатності. Такий підхід дає можливість уникнути впливу людського чинника, оскільки всі налаштування здійснюються автоматично. Комбайн самостійно налаштовується під час роботи в режимі реального часу й зберігає оптимальні показники для подальшого використання.

Від використання системи «AFS Harvest Command™» виграють усі оператори, але для менш досвідчених вона буде особливо корисною, оскільки комбайн може приймати важливі рішення самостійно й відповідно оптимізувати продуктивність.

Автоматизована система «AFS Harvest Command™» дає можливість оператору здійснювати такі налаштування:

— автоматичне регулювання направляючих кожуха ротора (рис. 10.30) та швидкості ротора. Контроль швидкості ротора та нове електрорегулювання положення направляючих кожуха ротора забезпечують високу ефективність обмолочування та сепарації в будь-яких умовах збирання врожаю. Обидва ці параметри регулює система «AFS Harvest Command™» із метою контролю втрат зерна та його пошкодження. Регулювання направляючих кожуха ротора може також установлюватись як окрема функція, що задається або механічно вручну, або за допомогою кнопок у кабіні;

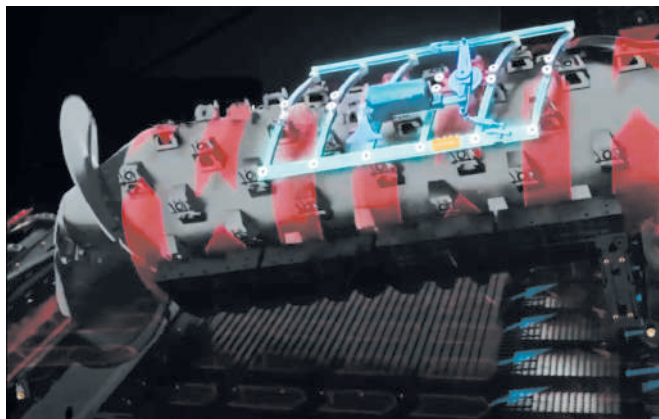


Рис. 10.30. Автоматичне регулювання направляючих кожуха ротора комбайна «Case IH» серії «Axial-Flow 250»

— автоматичне регулювання швидкості вентилятора очищення та положення решет. Воно здійснюється незалежно від того, угору або вниз схилом пересувається комбайн чи яким є навантаження на його систему очищення. При цьому система «AFS Harvest Command™» налаштовує швидкість вентилятора очищення та зазори на всіх решетах так, щоб мінімізувати втрати врожаю та отримати в зерновому бункері найчистіше зерно;

— камера контролю якості зерна оцінює кількість незернового матеріалу та подрібненого зерна в зерновій пробі, яку беруть на ділянці перед зерновим бункером. Вона відстежує в багатоспектральному режимі світлове випромінювання в ультрафіолетовому, синьому, зеленому, червоному й інфрачервоному діапазонах та ефективно виявляє сліди крохмалю на травмованих зернах, а також засміченість зерна в бункері, щоб автоматично скоригувати їхнє зменшення.

Окремо можна використовувати систему «Feedrate Control», яка регулює швидкість руху комбайна відповідно до об'єму рослинної маси, щоб оптимізувати її подання до системи обмолочування. Тому, з одного боку, це дає змогу запобігти забиванню системи й підтриманню продуктивності, а з іншого — додатково вплинути на якість роботи.

Ротор на комбайнах «Axial-Flow» (рис. 10.31), який спеціально розроблено для мінливих умов збирання врожаю, є основним елементом для отримання високої якості зерна.

Конструкція цього ротора має таку конфігурацію розташування молотильних бил, яка дає змогу безперешкодно проходити соломі, але в той же час ефективно захоплює всі обмолочувані колоски або качани. Завдяки цьому можна досягти найвищої пропускної здатності та якості обмолочування, особливо під час роботи в умовах високоврожайних культур і жорсткої соломи. Ефект багаторазового проходження, коли культуру, яку збирають, кілька разів пропускають над підбарабаннями, дає змогу забезпечити рівномірне обмолочування шляхом тертя колосків, тоді як обертання створює відцентрові сили, які переміщують зерно крізь підбарабання без надмірного механічного впливу. Концепція «Axial-Flow» є безперечним лідером у щадному обмолочуванні й отриманні чистого непошкодженого зерна.

Комбайни 250-ї серії призначені для роботи з найбільшими зерновими жатками шириною до 14 м і кукурудзяними жатками до 18 рядків. Похила камера комбайнів «Axial-Flow» розроблена так, щоб забезпечувати високу продуктивність і стабільність. Сторонні предмети, наприклад каміння, виштовхуються у великий каме-

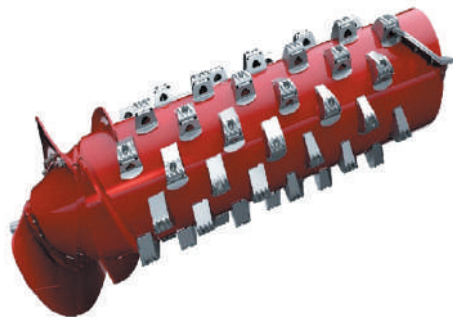


Рис. 10.31. Ротор комбайна

невловлювач за допомогою спеціального обертального барабана, захищеного від пошкоджень фрикційною муфтою.

Подрібнювач комбайна використовують для подрібнення пожнивних залишків або їх викладання в неподрібненому вигляді у валки. Доступні чотири різні режими роботи: звичайний режим подрібнення, розкидання довгої соломи, а також викладання валків разом із половиною або без неї. Солома з ротора та половина із системи очищення змішуються й розподіляються рівномірно в процесі розкидання незалежно від типу системи, яку використовують. Перемикання між валкуванням і подрібненням здійснюється із сидіння оператора за допомогою монітора «AFS 700 Pro».

Самовирівнювана система очищення (рис. 10.32) разом з адаптивним вентилятором очищення, що реагує на рельєф місцевості (керує нею оператор або технологія «Harvest Command™»), була спеціально розроблена, щоб поліпшити збирання врожаю незалежно від типу поля та культури, яку збирають. Частина попередньо очищеного зерна подається прямо на нижнє решето, зменшуючи навантаження на верхнє решето. Результатом цього є збільшення ефективності очищення за одночасного зниження втрат зерна. Датчик нахилу керує вирівнюванням усієї системи очищення, яка здатна компенсувати кут нахилу комбайна до 12 % під час роботи на схилах. Ця самовирівнювальна система решет дає змогу комбайну працювати продуктивно та з високою ефективністю очищення незалежно від нахилу поля.

Система розвантаження бункера від зерна на комбайнах «Axial-Flow 250» здатна повністю очистити його за 2 хв, оскільки швидкість розвантаження сягає 113 л/с. Моделі 8250 та 9250 оснащені зерновим бункером об'ємом 14 400 л. На замовлення можна встановити систему розвантаження підвищеної продуктивності, що вивантажує бункер зі швидкістю 141 л/с на моделі 7250 або 159 л/с на моделях 8250 та 9250, у такий спосіб зменшуючи тривалість розвантаження під час роботи з високоврожайними культурами.



Рис. 10.32. Самовирівнювана система очищення



Сучасна технологія виробництва шин дає змогу поєднати високу швидкість пересування комбайнів по дорозі та низький тиск на поверхню поля. Комбайни «Axial-Flow» можуть оснащувати різними шинами: від VF710/70R42 — для досягнення транспортної ширини в межах 3,5 м до IF900/60R32 — для забезпечення малого питомого тиску на ґрунт. За допомогою передніх гусениць, які встановлюють на замовлення, можна поліпшити зчеплення з опорною поверхнею й уникнути ущільнення ґрунту під час роботи на м'яких ґрунтах та водночас зберегти транспортну ширину в межах 3,5 м у разі використання гусениць шириною 610 мм. Залежно від вимог щодо зручності пересування і тиску на ґрунт є можливість обрати між системами гусеничного ходу з гумовою амортизацією або з незалежною підвіскою.

Нова двошвидкісна трансмісія з гідростатичним приводом і перемикачем високого/низького гідравлічного тиску забезпечує стабільну тягу за різних умов.

Комбайни «Axial-Flow 250» мають простий доступ до кабіни. Для забезпечення повного контролю всі основні органи керування розміщені на правій консолі та багатофункціональному важелі керування. Найчастіше використовувані функції та монітор «AFS Pro 700» мають ергономічне компонування й завжди знаходяться під рукою (рис. 10.33, с. 254).

Система точного землеробства від «Case IH» («Advanced Farming Systems, AFS™») збирає і надсилає важливі дані, необхідні для прийняття рішень. Вона здійснює автоматичне керування комбайном за допомогою GPS із повторюваною точністю проходження до 2,5 см, рядок за рядком, що дає змогу зменшити перекриття та заощадити час і паливо. Технології точного землеробства знижують втому оператора, підвищують продуктивність і дають можливість максимально повно використати потенціал комбайна. За допомогою системи телематики «AFS Connect™» усі отримані дані передаються на комп'ютер у режимі реального часу, даючи змогу внести поправки й надіслати інструкції, якщо ситуація потребує негайного безпосереднього втручання.

**Серія «Axial-Flow 140».** Комбайни «Case IH» серії «Axial-Flow 140» створені, щоб забезпечувати збирання зернових на ділянках середнього розміру. Виробники пропонують три моделі комбайнів серії «Axial-Flow 140» потужністю від 312 до 449 к. с.

Суттєве поліпшення характеристик нових моделей — це збільшення потужності, відповідність нормам викидів Tier 2, підвищена продуктивність і посилена конструкція ротора, оптимізована для роботи в європейських умовах для забезпечення делікатного обмолочування та високої пропускної здатності під час роботи з будь-якими культурами.

За допомогою встановлюваної на замовлення системи очищення «X-Flow», яку можна ввімкнути за потреби, нові комбайни 140-ї серії можуть автоматично компенсувати нахил до 20 % без втручання водія. Багато інших нововведень дають змогу використовувати потенціал про-



Рис. 10.33. Консоль керування комбайном «Axial-Flow 250»

дуктивності цих комбайнів ще ефективніше та з мінімальними втратами зерна.

### ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Проаналізуйте, які показники роботи комбайна є найважливішими. Чому?
2. Які пристрої підвищують ефективність роботи комбайнів «Claas Lexion»?
3. Поясніть, які автоматичні системи забезпечують точність виконуваних операцій на комбайнах «Claas Lexion»?
4. Порівняйте різні системи обмолочування комбайнів «Claas Lexion», «Claas Trion».
5. Поясніть, як саме система допомоги оператору «Cemos Automatic» полегшує налаштування комбайна.
6. Які серії зернозбиральних комбайнів пропонує «John Deere» та в чому їхні особливості?
7. Порівняйте способи обмолочування в комбайнів «John Deere» серії S та X9.
8. Проаналізуйте особливості молотильно-сепарувальної системи зернозбирального комбайна «New Holland CH 7.70» і порівняйте її із системою «New Holland CR 8.90» і «New Holland» серії CX.
9. Поясніть особливості конструкції та переваги зернозбиральних комбайнів «Fendt Ideal».
10. Які системи автоматизації використовують на зернозбиральних комбайнах «Axial-Flow» компанії «Case IH»? Які налаштування здійснює автоматизована система «AFS Harvest Command»?
11. Знайдіть інформацію з додаткових джерел про особливості будови комбайнів закордонних компаній та проаналізуйте переваги й недоліки їхніх конструкцій. Комбайн якої компанії та моделі ви оберете для свого господарства. Обґрунтуйте відповідь.
12. Виконайте тестове завдання.

Картування врожайності на комбайні в реальному часі дає можливість

- А** отримати інформацію про поточну врожайність у кожній точці поля
- Б** отримати карту ландшафту поля
- В** отримати карту поля
- Г** отримати знімок карти поля із супутника

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д.* та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини / за ред. Д. Г. Войтюка. — Київ : Вища освіта, 2004. — 544 с.
2. *Головчук А. Ф., Марченко В. І., Орлов В. Ф.* Комбайни зернозбиральні. — Київ : Грамота, 2005. — 318 с.
3. *Кочев В. І., Кушнарєв А. С.* та ін. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машин. — Київ : Урожай, 1993. — 262 с.
4. Машини для збирання зернових та технічних культур / за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. — Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. — 296 с.
5. *Погорілець С. М., Живонуп Г. І.* Зернозбиральні комбайни. — Київ : Урожай, 1994. — 228 с.
6. *Погорілий Л. В., Коваль С. М.* Напрямки розвитку конструкцій і узагальнені технологічні показники зернозбиральних комбайнів // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ, 1998. — Вип. 9.
7. Сучасні тенденції розвитку конструкції сільськогосподарської техніки / за ред. В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Ковалю. — Київ : Аграрна наука, 2004. — 396 с.
8. <https://www.deere.ua/uk/>
9. <https://www.caseih.com/emea/ua-ua/home>
10. <https://agriculture.newholland.com/eu/uk-ua>
11. <https://www.claas.ua/>
12. <https://www.fendt.com/ua/index>
13. Макаренко М.Г. Яким комбайном збирати зерно? // Агробізнес сьогодні. <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1055-iaкum-kombainom-zbyraty-zerno.html>

*Навчальне видання*

**МАКАРЕНКО Микола Григорович,  
МЕЛЬНИК Ольга Миколаївна**

## **КОМБАЙНИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНІ**

**Навчальний посібник для здобувачів професійної  
(професійно-технічної) освіти**

*Схвалено для використання в освітньому процесі*

Навчальний посібник відповідає санітарним нормам і правилам «Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей». У навчальному посібнику з навчальною метою використано ілюстративні матеріали, що перебувають у вільному доступі в мережі «Інтернет».

Редактор *С. Залозна*  
Художній редактор *Т. Канарська*  
Технічний редактор *Л. Ткаченко*  
Комп'ютерна верстка *О. Руденко*  
Коректор *І. Барвінок*

Формат 70×100/16.  
Ум. друк. арк. 20,736. Обл.-вид. арк. 22,54.  
Тираж 10 000 прим.  
Зам. №

Видавництво «Грамота»,  
вул. Паньківська, 25, оф. 15, м. Київ, 01133.  
тел./факс: 253-98-04.  
E-mail: [info@gramota.kiev.ua](mailto:info@gramota.kiev.ua);  
[www.gramota.kiev.ua](http://www.gramota.kiev.ua)

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України суб'єктів видавничої справи ДК № 341 від 21.02.2001 р.

Віддруковано в ТОВ «КОНВІ ПРІНТ». 03680, м. Київ, вул. Антона Цедіка, 12.  
Свідоцтво ДК № 6115 від 29.03.2018 р.