

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О. І. Некоз, О. В. Батраченко

ПРОЕКТУВАННЯ М'ЯСОРІЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за напрямом підготовки „Машинобудування”*

Черкаси



2014

УДК 637.5 (075.8)
ББК 36.92я73
Н 47

*Гриф надано Міністерством
освіти і науки України
(лист № 1/11-19879
від 17.12.2013 р.)*

Рецензенти:

Вітенько Т. М., *д.т.н., професор*,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя;
Паламарчук І. П., *д.т.н., професор*,
Вінницький національний аграрний університет;
Осипенко В. І., *д.т.н., професор*,
Черкаський державний технологічний університет.

Некоз, О. І. Проектування м'ясорізальних вовчків : навч. посіб. /
Н 47 О. І. Некоз, О. В. Батраченко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ.
технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2014. – 221 с.
ISBN 978-966-402-136-1

УДК 637.5 (075.8)
ББК 36.92я73

В навчальному посібнику вперше запропоновано цілісну методику проектувального розрахунку одного із основних видів технологічного обладнання м'ясопереробного виробництва – м'ясорізальних вовчків (результати авторських наукових досліджень лягли в основу розділів п. 2.2÷2.8).

Особливу увагу приділено розрахунку конструктивних параметрів головних робочих органів вовчка – ножів та решіток, оскільки саме ці елементи конструкції головним чином визначають ефективність та енергоємність його роботи. Запропоновано інтегральний критерій оцінки ефективності конструкції різального вузла, а також диференційований підхід до визначення продуктивності вовчка та подрібнювальної здатності його різального комплексу.

Наведено огляд сучасних конструкцій вовчків та їх робочих органів. Представлені конструкції відомих світових виробників вовчків дозволяють визначити найбільш ефективні шляхи підвищення технічного рівня цих машин.

Посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки „Машинобудування”. Може бути корисним для інженерних працівників машинобудівних та м'ясопереробних підприємств.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ М'ЯСОРИЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ.....	9
1.1 Будова та принцип дії вовчків.....	9
1.2 Види конструкцій вовчків	16
1.2.1 Вовчки для подрібнення м'якої сировини	16
1.2.2 Вовчки-мішалки	28
1.2.3 Вовчки-дробарки.....	42
1.3 Види конструкцій різального комплекту	57
1.4 Вибір матеріалу ножів та решіток вовчків.....	69
1.5 Вимоги безпеки до конструкцій вовчків	75
2 ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК ВОВЧКІВ.....	84
2.1 Умовні позначення.....	84
2.2 Вибір конструктивних рішень при проектуванні вовчка	89
2.3 Розробка конструкції ножа.....	109
2.4 Розрахунок продуктивності вовчка та ступеню подрібнення	125
2.5 Розробка конструкції вихідної решітки.....	129
2.6 Розрахунок параметрів проміжної решітки.....	141
2.7 Вибір конструкції приймальної решітки	142
2.8 Визначення зносостійкості різального інструменту	145
2.9 Розрахунок параметрів робочого шнека.....	148
2.10 Розрахунок потужності приводу вовчка.....	153
2.11 Кінематичний розрахунок приводу вовчка	155
2.12 Опис конструкції спроектованої машини.....	160
3 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ	166
3.1 Розрахунково - пояснювальна записка.....	166
3.2 Графічна частина	168
3.3 Специфікація	170
3.4 Складання шифру курсового проекту	171
3.5 Методика виконання курсового проекту	172
3.6 Захист курсового проекту	177

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	178
Додаток А. Вихідні дані до виконання курсового проекту	182
Додаток Б. Види кінематичних схем вовчків, що пропонуються до виконання курсового проекту	183
Додаток В. Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка К6-ФВП-160, його вузлів та деталей.....	184
Додаток Г. Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка К7-ФВП-160, його вузлів та деталей.....	194
Додаток Д. Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка К6-ФВЗП-200, його вузлів та деталей.....	205
Додаток Е. Довідникові дані до розрахунку клинопасової передачі приводу вовчка	208
Додаток Є. Копії охоронних документів, на розроблені авторами конструкції деталей та вузлів вовчка.....	217

ВСТУП

Харчова промисловість в сучасних умовах потребує висококваліфікованих фахівців, які здатні успішно експлуатувати технологічне устаткування, запропоновувати нові технічні та технологічні рішення, створювати новітні зразки обладнання. В сучасних умовах інженер повинен володіти гнучким мисленням при вирішенні фахових задач, широким діапазоном та поглибленими спеціальними знаннями, творчим, новаторським та системно-дослідницьким підходом до розв'язання проблем харчової і переробної промисловості. Він повинен володіти практичними навичками проведення критичного аналізу конструкцій і параметрів машин, розробки пропозицій по їх удосконаленню, створення необхідної технічної документації, проведення проектних та перевіркових розрахунків технологічних і конструктивних параметрів устаткування, розробки заходів із забезпечення надійності та довговічності конструкції, знати особливості та порядок експлуатації обладнання і його технічного обслуговування, вміти прогнозувати вплив прийнятих технічних рішень на працездатність та надійність устаткування.

Фахівець зі спеціальності «Обладнання переробних і харчових виробництв» за своєю кваліфікацією є конструктором з машинобудування. Термін «конструювати» в перекладі з латинського «construere» означає створювати конструкцію механізмів, машин, споруд та ін. сумісно з виконанням їх проектів та розрахунків. Для конструктора повинні бути зрозумілими як принцип взаємодії утворених частин виробу, так і способи забезпечення його надійності, зручності у використанні, придатності до подальшого вдосконалення та ін. Саме тому під час вивчення фахових дисциплін майбутній бакалавр або інженер з напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» (програма професійного спрямування «Обладнання переробних і харчових виробництв») повинен ґрунтовно вивчити особливості конструкції та експлуатації технологічного обладнання і набути навичок розробки прогресивного устаткування. Вирішення цих задач неможливе без належного навчального та методичного забезпечення, яке надасть можливість сформувати у майбутнього фахівця необхідні знання, навички та професійні якості.

Даний навчальний посібник призначений для більш глибокого вивчення матеріалу дисципліни «Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва». Ця дисципліна передбачає вивчення основних типів технологічного обладнання для переробки сировини тваринного походження, набуття умінь та навичок самостійного розв'язування задач по визначенню технологічних параметрів обладнання м'ясо- та молокопереробних підприємств. М'ясопереробна промисловість характеризується значною різноманітністю видів технологічного

обладнання. В сучасних умовах розвиток технологічних процесів виробництва м'ясних продуктів характеризується швидкоплинністю та використанням нових прогресивних методів обробки і відповідного технологічного обладнання. В той же час на харчових підприємствах наявний великий парк діючого обладнання усталених зразків. Задля забезпечення належної експлуатації діючого обладнання, освоєння нових типів технологічного устаткування, набуття навичок проектування нових, прогресивних конструкцій необхідно набути вичерпних знань з особливостей конструкцій та експлуатації існуючих типів машин та апаратів. Саме тому використання в навчальному процесі представленого навчального посібника може дозволити підвищити рівень підготовки студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування» (програма професійного спрямування «Обладнання переробних і харчових виробництв»).

Зазначена вище навчальна дисципліна закладає основи вивчення студентами таких дисциплін, як «Конструювання обладнання харчових виробництв» і «Основи проектування переробних і харчових виробництв», а також створює передумови для успішного вирішення задач, що ставляться в курсовому та дипломному проектуванні. Тому при вивченні дисципліни «Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва» важливим та актуальним є таке викладення навчального матеріалу, при якому студент зможе не лише запам'ятати, що існує той або інший вид технологічного обладнання, який має саме таку будову, технологічні можливості та експлуатаційні властивості, що наведені в підручнику або навчальному посібнику, а уявити цей вид обладнання у динаміці його розвитку.

Таке наведення відомостей про технологічне обладнання дозволяє студентові більш чітко визначити основні вимоги, що ставляться до машини або апарату, вивчити вже розроблені та застосовані технічні рішення, пересвідчитись у наявності недостатньо ефективних та недостатньо раціональних технічних рішень в моделях обладнання, що використовуються на практиці (що достатньо часто зустрічається та обумовлює перебіг технічного прогресу) та виробити впевненість у тому, що навіть дуже складні технічні задачі можуть бути успішно вирішені при фаховому підході до проблеми. Зрештою це дозволяє студентові набути ґрунтовних фахових знань як саме з обладнання харчових виробництв, так і загалом як інженеру з машинобудування.

В навчальному посібнику наводиться авторська методика проектного розрахунку м'ясорізальних вовчків. Пропоноване видання містить результати авторських наукових розробок, оприлюднених у монографіях, наукових статтях, патентах на винахід та матеріалах міжнародних наукових конференцій. Результати авторських наукових досліджень лягли в основу розділів п. 2.2÷2.8.

М'ясорізальні вовчки (промислові м'ясорубки) є таким видом обладнання, що входить до складу усіх технологічних ліній по виготовленню ковбасних виробів та м'ясних консервів. Незважаючи на відносну простоту конструкції вовчків, до ефективності їх роботи висуваються суворі вимоги, оскільки якість обробки м'ясної сировини на вовчку значною мірою визначає якість готового продукту. Поглиблені знання з конструкції цих машин, особливостей конструктивного виконання сучасних моделей вовчків, а також методів розрахунку їх головних параметрів можуть дозволити випускникам спеціальності «Обладнання переробних і харчових виробництв» більш успішно виконувати поставлені виробничі задачі як при роботі конструкторами обладнання харчових виробництв, так і при роботі інженерами та механіками підприємств переробної промисловості.

Як відомо, процеси, що характеризують роботу вовчка, багатогранні: це транспортування, нагнітання, тертя та різання. Кожен з цих процесів висуває свої відповідні вимоги до конструкції вузлів та режимів роботи машини. На сьогоднішній день існує багато опублікованих праць наукового та навчального характеру, присвячених дослідженню роботи вовчків. Проте залишається невирішеною задача розробки цілісної методики проектувального розрахунку вовчків, яка б дозволяла проводити розрахунки параметрів обладнання з достатньою точністю. Використання в навчальному процесі даного навчального посібника дозволяє опанувати методику проектування вовчків, яка передбачає узгодження низки різноманітних технологічних, конструктивних та кінематичних параметрів даних машин.

Сучасні моделі вовчків відрізняються як своєю кінематичною схемою та типом приводів, так і конструктивним виконанням окремих деталей. При конструюванні особливу увагу необхідно приділяти головним робочим органам вовчка – ножам та решіткам, оскільки навіть незначні зміни в їх конструкції призводять до змін у ефективності та енергоємності роботи машини. Тільки раціональне конструктивне виконання кожного з робочих органів вовчка може дати можливість забезпечити високу питому продуктивність машини, високу якість отриманого напівфабрикату, низьку енергоємність і високу надійність роботи вовчка, підвищену довговічність елементів конструкції. Необхідно намагатися втілювати в конструкціях робочих органів найбільш ефективні та передові технічні рішення, що представлені в сучасних конструкціях відомих світових виробників вовчків (марки «*GEA Convenience-Food Technologies*», «*Seydelmann*», «*Laska*», «*Inotec*», «*MaDo*» тощо).

В представленому навчальному посібнику запропоновано методику проектування вовчків, яка дозволяє врахувати основні вимоги до конструкції вовчка та послідовно розрахувати основні його параметри. Також у посібнику наведено відомості про технологічні можливості і

особливості конструктивного виконання сучасних моделей вовчків провідних світових виробників. Надано рекомендації щодо вибору матеріалу для різального інструменту вовчків та наведено вимоги безпеки до конструкцій машин. Корисним може бути наведення прикладів креслень вовчків та їх основних елементів, а також наведення методичних рекомендацій до виконання курсового проекту.

Курсовий проект з дисципліни «Обладнання для зберігання та переробки продукції тваринництва» є однією з перших конструкторських робіт студентів безпосередньо з фаху. В процесі виконання цього курсового проекту студенти проходять підготовку до виконання більш складних інженерних задач: дипломної роботи бакалавра, курсового проекту з конструювання обладнання харчових виробництв та дипломного проекту. Тому наведення в навчальному посібнику розгорнутих відомостей про сучасні конструкції вовчків, вимог безпеки та вимог до матеріалу різального інструменту дозволяє підвищити рівень підготовленості студентів до виконання цих майбутніх завдань.

Видання складено таким чином, що в ньому наведено інформацію, яка необхідна на різних стадіях курсового проектування. В розділі 1 наведено теоретичні відомості, за якими можна ознайомитись із видами сучасних конструкцій вовчків та їх робочих органів, з вимогами до матеріалу різального інструменту та вимогами безпеки до цього виду м'ясорізальних машин. Проектний розрахунок вовчків наведено у розділі 2. В розділі 3 наведено методичні засади виконання курсового проекту, вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу. Приклади складальних та робочих креслень вовчків та їх різального інструменту наведено в додатках.

Автори висловлюють подяку за допомогу у перевірці та вдосконаленні методики проектувального розрахунку вовчків головному конструкторові ВАТ «Полтавамаш» М. Г. Кулінічу та головному інженерові м'ясопереробного підприємства ТОВ «Черкаська продовольча компанія» П. В. Іванову.

Автори сподіваються, що це видання стане в нагоді студентам і фахівцям підприємств при вивченні існуючих та при розробці нових, більш досконалих, конструкцій вовчків.

1. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ М'ЯСОРИЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ

1.1 Будова та принцип дії вовчків

Вовчки призначені для подрібнення як замороженого, так і незамороженого м'яса та іншої харчової сировини (сир, овочі та інше). Конструкція промислових вовчків багато в чому є копією м'ясорубок. Для підвищення продуктивності вовчків головним чином збільшують геометричні розміри робочих органів [1, 2].

У комбінованих машинах окрім подрібнення можуть виконуватись також інші технологічні операції: жилування м'яса, бланширування, змішування з сіллю і перемішування компонентів, подрібнення кістки, плавлення парою жирової сировини та ін.

Вовчки характеризуються наступними особливостями:

- вони придатні для різання з різним ступенем подрібнення будь-якої м'ясної сировини з будь-яким вмістом сполучної тканини;
- різання (якщо цього, не вимагають особливі умови процесу, як, наприклад, при подрібненні клеє-желатинової сировини), не супроводжується великими зусиллями стискування, які можуть відпресовувати рідку фракцію;
- ріжучий механізм набирається так, що подрібнення сировини проходить послідовно, без зайвих витрат енергії і без зменшення продуктивності машини;
- робочі зони машин можна легко розбирати для санітарної обробки і легко складати для підготовки машини до подальшої роботи;
- конструкція машини має не складна, вартість її є порівняно не високою.

Класифікація вовчків (рис. 1.1) визначається особливостями конструктивного виконання механізмів подачі, різання і приводу. Приведена класифікація відображає основні відмінні риси машин, хоча існують конструкції вовчків, які мають інші особливості або які суміщають в собі сукупність класифікаційних ознак [3].

Устрій вовчка можна показати на прикладі конструкції К6-ФВЗП-200 (рис. 1.2). Приймальний бункер 1 вовчка змонтований на приймальному циліндрі 2, який прикріплений до робочого циліндра 3. Робочий циліндр містить знімну гільзу 4 і відкидний рукав 5. На виході з гільзи встановлений ріжучий комплект 6, який включає набір ножів і решіток. Ріжучий механізм фіксується гайкою-маховиком 7. Робочий шнек приводиться в дію від основного електродвигуна 8 через клинопасову передачу 9 і редуктор 10. Живлення робочого шнека здійснюється двома

1. Конструктивні особливості м'ясорізальних вовчків

живлячими шнеками 14, один з яких має праву навивку, а інший - ліву. Живлячі шнеки приводяться в обертання електродвигуном 11 за допомогою черв'ячного редуктора 12 і зубчастої передачі 13.

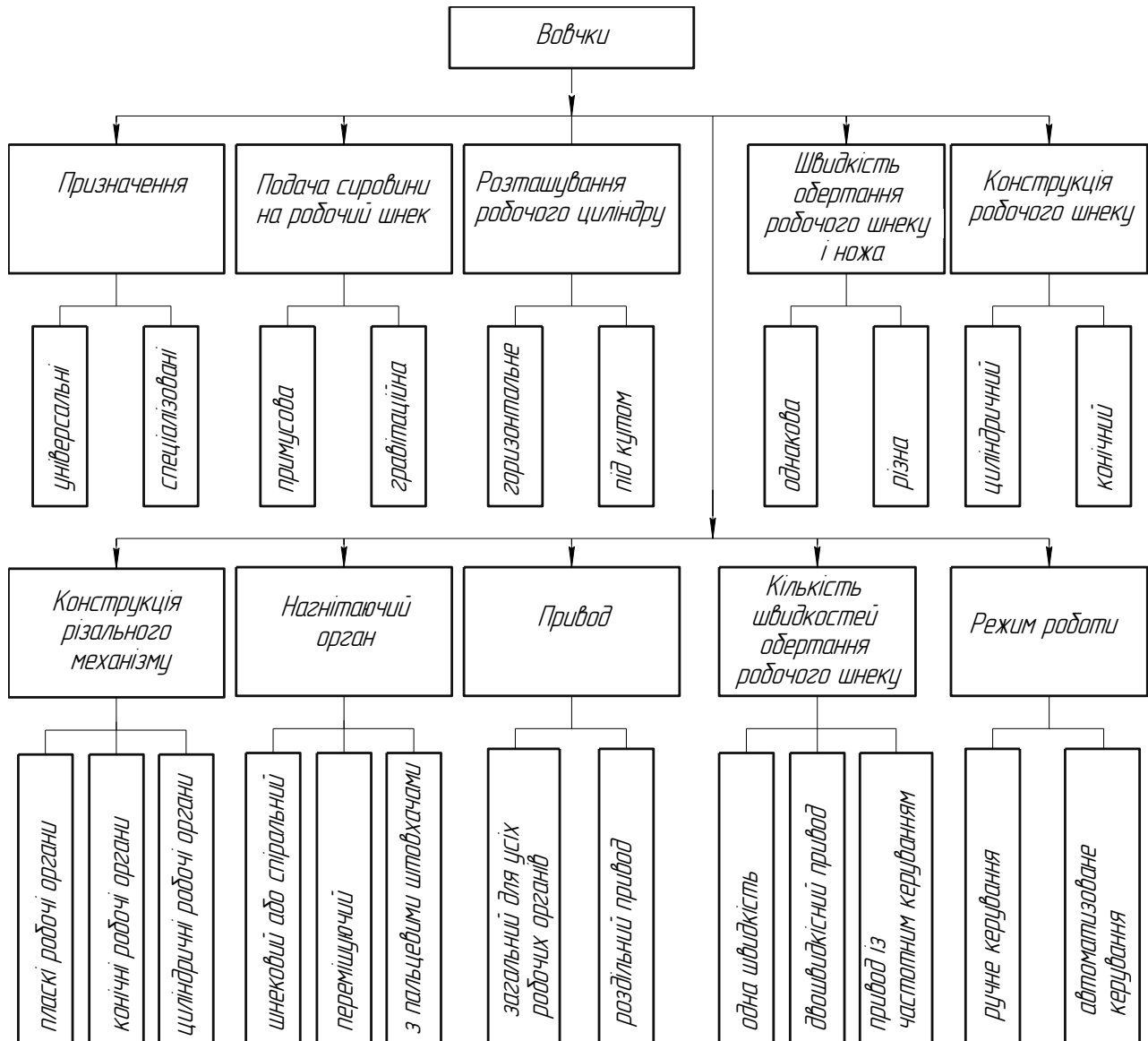


Рис. 1.1 – Класифікаційна схема конструкцій вовчків

Особливістю кінематичної схеми даного вовчка є наявність основного і допоміжного механізмів (рис. 1.3). Основний механізм працює таким чином. Від електродвигуна 1 потужністю 33,5 кВт і з частотою обертання валу 1500 хв^{-1} через клинопасову передачу 2 отримує обертання вал I, від якого через шестерні 3 отримує обертання вал II. Від останнього рух передається через шліцьове з'єднання торця робочому шнеку 4, на якому встановлені деталі ріжучого комплексу 5.

Допоміжний механізм працює так: від електродвигуна 6 потужністю 0,62 кВт і з частотою обертання валу 1500 хв^{-1} через муфту і черв'ячну пару 7 отримує обертання вал III, від якого через шестерні 8 обертання

1.1 Будова та принцип дії вовчків

передається валу IV. На кінцях валів III і IV консольно закріплені живлячі шнеки 9. У вовчку К6-ФВЗП-200 частота обертання ножа дорівнює частоті обертання робочого шнека.

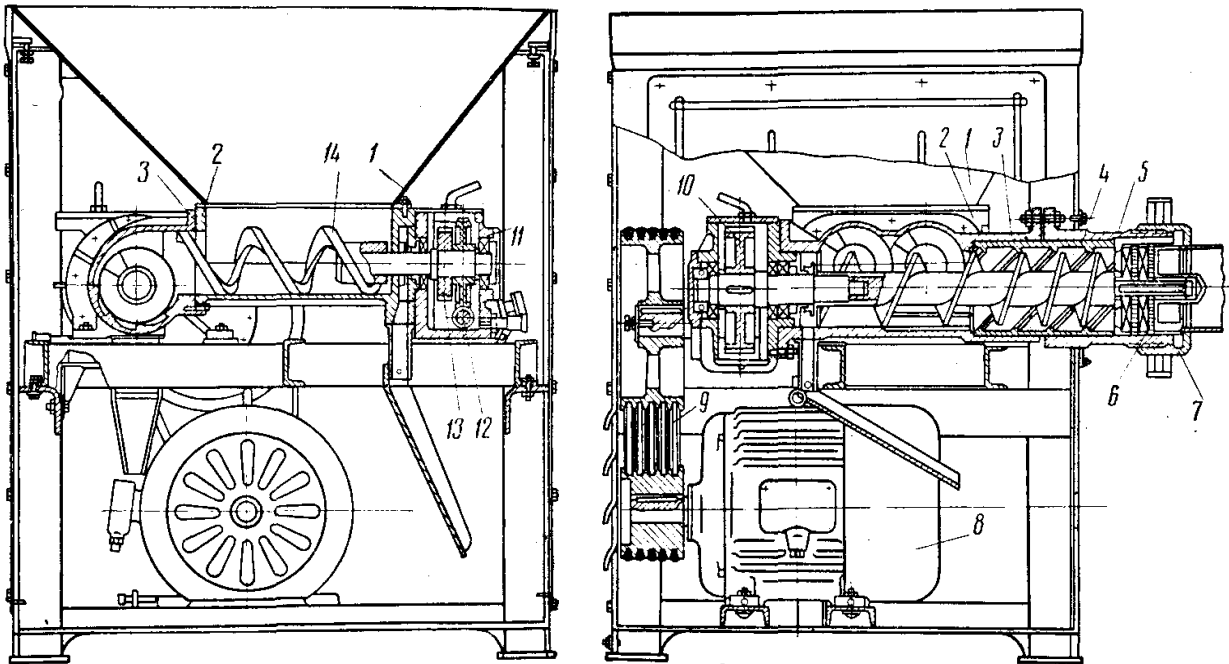


Рис. 1.2 – Конструкція вовчка К6-ФВЗП-200

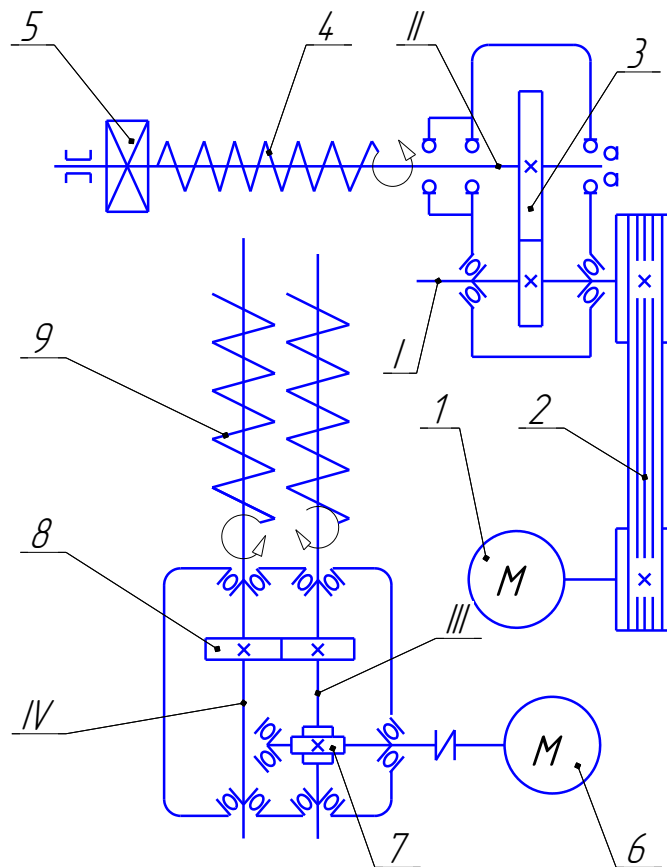


Рис. 1.3 – Кінематична схема вовчка К6-ФВЗП-200

Основним параметром, який характеризує продуктивність вовчка, вважають зовнішній діаметр решіток. Якщо діаметр решіток складає 82-400 мм, то машина називається вовчком (використовується в промислових умовах), а якщо менше 82 мм – м'ясорубкою (використовується на підприємствах громадського харчування і в побуті).

Кількість обертів робочого шнека може бути наступним: 100—200 хв⁻¹ для тихохідних, 200—300 хв⁻¹ для середніх і більше 300 хв⁻¹ для швидкохідних машин. Для вовчків, призначених і для віджимання рідкої фракції, кількість обертів шнека не перевищує 70 хв⁻¹.

Сировина до вовчків подається по спуску, уручну або за допомогою механічних навантажувачів. У першому випадку об'єм приймального бункера не має значення, при решті способів подачі сировини об'єм бункера має бути розрахований на можливість обслуговування одним робітником декількох машин.

Головним вузлом вовчка служить різальний механізм. Продуктивність вовчка визначається пропускною спроможністю різального механізму. Різальний механізм складається з ножів і решіток, які встановлені по чергово. Решітки мають отвори діаметром 25, 20, 13, 9, 6, 4, 3, 2, 1,5 мм, що визначають швидкість проходження продукції і ступінь її подрібнення. Решітки, будучи деталлю ріжучої пари, забезпечують перерізання сполучної тканини м'яса. Слід прагнути до більшого використання площі решіток під отвори, але при збереженні необхідної міцності при максимально допустимому її зношуванні.

Встановлено [4], що збільшення пропускної спроможності різального механізму веде до пропорційного зниження потужності приводу при тій же продуктивності вовчка (рис. 1.4).

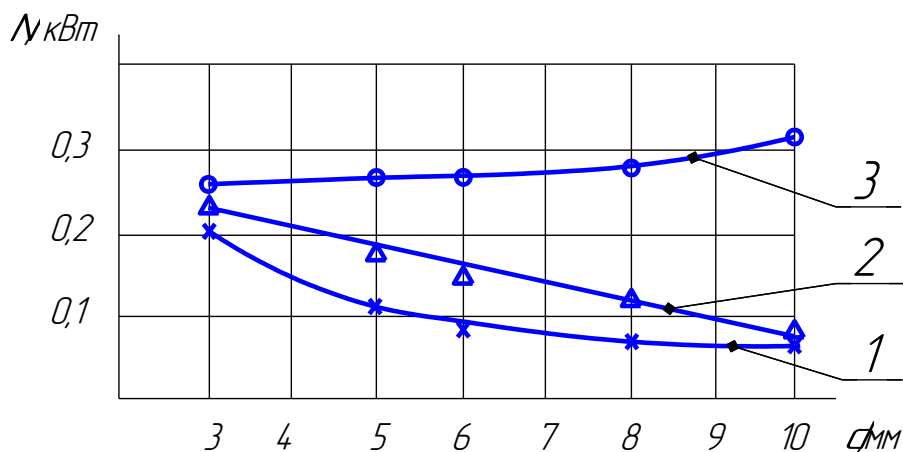


Рис. 1.4 – Залежність енергоємності роботи вовчка від діаметра отворів вихідної решітки:

1 – потужність, що витрачається на тертя ножів і решіток; 2 – потужність, що витрачається робочим шнеком; 3 - потужність, що витрачається на різання ножом

При цьому має місце зниження потужності на подачу продукту крізь решітки і на тертя в різальному механізмі від 30,2 до 13,3% і від 31,1 до

20,9%, відповідно, до загальної потужності. Потужність на різання зростає з 32 до 65%.

Відомо, що при зменшенні кута заточування леза питома витрата енергії знижується. Тому деякі підприємства випускають вихідні решітки з отворами, просвердленими під кутом до торця решітки. У такому разі спостерігається ковзаюче різання, що приводить при кутах до 60° до істотного зниження питомої витрати енергії.

Ножі застосовують в основному хрестоподібної форми з прямолінійними або криволінійними лезами. У багатолезових ножів через велику кількість лез зменшується вільна площа між ними, через яку проходить м'ясо. Це обмежує продуктивність машини. Уникнути цього можна, зменшивши товщину корпусу леза, але це призводить до зменшення його міцності. Для збільшення міцності багатолезові ножі забезпечують кільцем жорсткості, розташованим по вільних кінцях лез. У такому разі одночасно забезпечується і висока продуктивність машини, підвищений ступінь подрібнення сировини і міцність лез ножа.

Питома витрата енергії на різання залежить від кута заточування лез. Кут заточування може бути різним: 90°, 75°, 60°. Останнім часом випускають ножі зі вставними змінними лезами, що мають кут заточування 20÷30°.

Для одноманітності при виготовленні ножів і решіток було запропоновано замінити ножі решітками, що обертаються і які затиснені між нерухомим решітками. Проте це не дало бажаного ефекту ні по продуктивності машини, ні по витраті енергії. Останнє пояснюється тим, що для отримання необхідного ефекту різання м'яса, що має в своєму складі сполучну тканину, необхідно створити на поверхні контакту достатній питомий тиск. Якщо леза мають ріжучу кромку малої ширини (для ножів), то загальне зусилля зтягування незначне і втрати енергії на подолання тертя в стикових поверхнях, викликаних цим зусиллям, будуть невеликі. При великій поверхні стику (при заміні ножів обертовими решітками), необхідне значне зусилля зтягування, що і приводить до підвищення питомої витрати енергії.

Істотний вплив на продуктивність вовчка здійснює комплектування різального механізму. Він може бути набраний з однієї, двох, трьох, чотирьох, п'яти і шести ріжучих площин. При дрібному і середньому подрібненні механізм набирають з максимальної кількості ріжучих площин. Так, якщо при подрібненні м'яса через вихідну решітку з отворами 3 мм прийняти продуктивність при чотирьох ріжучій площинах за 1, то при трьох площинах складе 0,65, при двох — 0,45 і при одній — 0,3, причому питома витрата енергії підвищується із зменшенням кількості ріжучих площин.

Для правильної роботи ріжучого механізму необхідне щільне зтягування ножів і решіток. Для цього затискну гайку спершу зтягують

ключем повністю, а потім відпускають на $0,25 \div 0,33$ оберту. Проте по мірі зношування леза зазор збільшується і зменшується сила зтягування. Для забезпечення постійного значення сили зтягування ріжучого механізму рекомендують між крайніми решітками і кільцем-підпорою укласти зносостійку гумову прокладку або пружину, які забезпечують автоматичну компенсацію зношування деталей і досить постійну силу стискування цих деталей. Ступінь використання площі решіток під отвори залежить від розташування отворів, причому шахове розташування отворів дає більш повне використання площі решітки, аніж розташування отворів по вершинами квадрату.

Продуктивність вовчка залежить і від довжини робочого шнека, точніше, кількості витків на ньому. При малій довжині шнека і малій кількості витків зворотній потік сировини є значним. При довгих шнеках з 5—6 витками зворотні потоки в зоні підпресування помітно зменшуються, продуктивність підвищується і скорочується питома витрата енергії. Це пояснюється тим, що за наявності 5÷6 витків в зоні підпресування ефект шлюзування найбільший, тиск компенсується лабіринтовими ущільненнями. При подальшому збільшенні довжини шнека продуктивність стабілізується, але підвищується питома витрата енергії на тертя шнека об сировину.

За формою шнеки можуть бути циліндричними та конічними. Залежно від виду і стану продукції, розміру її шматків, а також від призначення вовчка нарізка спіралі шнека може бути:

- з постійним кроком;
- з кроком, що дещо змінюється (зменшується по ходу продукції);
- з кроком, що різко зменшується спочатку і плавно наприкінці шнека;
- з постійним кроком по довжині шнека, але з додатковою спіраллю з тим же кроком, що вводиться з другого кроку (двозаходний шнек).

Циліндри вовчків, залежно від призначення машини, бувають:

- чавунні (для подрібнення сировини при додатній її температурі);
- чавунні з обігрівальною сорочкою або зміювиком (для подрібнення жиромісної сировини);
- сталеві або чавунні зі вставними ребрами (для подрібнення замороженої сировини);
- чавунні з поздовжніми щілинами і збірником для рідини і ножами, що відсікають частку кускової продукції при вході її в циліндр (для подрібнення желатинової сировини).

Після відливання і обробки циліндри піддаються гарячому лудінню. На внутрішній поверхні циліндра знаходяться прямі або спіральні ребра (спіральні є більш ефективними в роботі). Зношення ребер циліндра і зовнішньої кромки шнека зменшує продуктивність вовчка і збільшує

витрату енергії, оскільки збільшується щільність, через яку під тиском в робочій частині витісняється назад «текуча» фракція м'яса. Зменшення продуктивності вовчка при цьому прямо пропорційне величині щільності, піднесеної в куб, і величині тиску, що створюється в робочій частині вовчка.

Так для вовчків з діаметром решіток 160 і 200 мм зазор між витками робочого шнека і виступами ребер циліндра повинен не перевищувати 0,9 мм, тоді як при тривалій експлуатації вовчків величина зазору значно збільшується. У табл. 1.1 і 1.2 наведені дані [5, 6] для вовчка К6-ФВЗП-200, з паспортною продуктивністю 4,5 т/год. Збільшення зазору до 6 мм призводить до зменшення продуктивності вовчка з 4,5 до 1,5 т/год, а енерговитрати зростають з 3 до 12 кВт·год/т.

Таблиця 1.1 – Залежність параметрів роботи вовчка від значення зазору між робочим шнеком та циліндром

Зазор між робочим шнеком та циліндром, мм	Продуктивність вовчка, т/год, при подрібненні			Питома витрата енергії вовчка, кВт·год/т, при подрібненні		
	яловичини		свинини напів-жирної	яловичини		свинини напів-жирної
	першого гатунку	другого гатунку		першого гатунку	другого гатунку	
0,5	2,15	1,85	1,73	2,90	3,02	2,70
1,0	1,92	1,68	1,57	3,06	3,20	2,90
1,5	1,85	1,57	1,48	3,16	3,32	3,00
2,0	1,72	1,53	1,42	3,27	3,40	3,08

Таблиця 1.2 – Залежність параметрів роботи вовчка від значення зазору між робочим шнеком та циліндром

Тривалість експлуатації, годин	Діаметр витків шнека, мм	Діаметр ребер циліндру, мм	Величина зазору, мм	Фактична продуктивність, т/год
2000	154,1	165,0	5,45	2,5
2200	157,8	170,1	6,15	2,4
3500	157,0	170,7	6,88	2,2
3700	154,0	170,5	8,25	2,1

Вовчки забезпечуються індивідуальними електродвигунами, що приводять в дію окремі агрегати (робочий і подавальний шнеки). Це дозволяє підбирати оптимальний режим роботи машини при подрібненні різної сировини (парного або мороженого м'яса) або при використанні різних вихідних решіток (при використанні решіток з крупними отворами швидкість подачі сировини може бути вище).

1.2 Види конструкцій вовчків

1.2.1 Вовчки для подрібнення м'якої сировини

У конструкціях сучасних вовчків реалізовано багато технічних рішень, які дозволяють підвищити ефективність їх роботи та надійність, розширити технологічні функції, поліпшити санітарно-гігієнічний стан машини.

Вовчок К7-ФВ2П-160-01 виробництва ВАТ «Полтавамаш» показаний на рис. 1.5. Дана конструкція вовчка має попит у м'ясопереробників впродовж багатьох років, що пояснюється високою продуктивністю роботи, надійністю і компактністю машини. Відмітною особливістю її конструкції є розташування подавального шнеку паралельно до шнеку робочого (креслення вовчка та його робочих органів представлено в додатку Д).



Рис. 1.5. Вовчок К7-ФВ2П-160-01

Технічні характеристики вовчка наступні [7]: продуктивність – 5000 кг/год; діаметр ножових решіток – 160 мм; місткість бункера – 250 л; висота завантаження сировини – 1580 мм; висота вивантаження подрібненого продукту – 880 мм; потужність двигуна приводу робочого шнека – 18,5 або 23 кВт; частота обертання робочого шнека – 160 та 320 хв⁻¹; потужність двигуна приводу подавального шнека – 2,2 або 2,65 кВт; частота обертання подавального шнека – 21 та 42 хв⁻¹.

Вовчок К7-ФВП-200-02, який також виготовляється ВАТ «Полтавамаш», показаний на рис. 1.6. Його конструкція ідентична конструкції вовчка К6-ФВЗП-200, яка представлена на рис. 1.2. Головною відмінністю даної моделі вовчка є більш інтенсифікований режим роботи (підвищена частота обертання робочого шнека) і, відповідно, більша продуктивність та більша встановлена потужність приводу. Креслення вовчка та його робочих органів наведено в додатку Д.

Вовчок призначений для подрібнення охолодженого жилованого м'яса. Ступінь подрібнення сировини залежить від діаметру отворів вихідної решітки (3÷25 мм). Корпус вовчка безкаркасний, на 4 віброопорах, має міцну основу для закріплення приводу. Бункер зварюється з боковими стінками, корпус робочого шнека закріплюється болтами до фланця бункеру. Корпус має 2 бокових дверці, на правих дверцях закріплена вбудована електрична шафа керування, на передній стінці закріплені пульт керування.

У приводі робочого шнека використовується двошвидкісний електродвигун потужністю 22,4 і 33,5 кВт, клинопасова передача складається з 12 ременів перетину А.

Технічні характеристики вовчка наступні: продуктивність – 6500 кг/год; діаметр ножових решіток – 200 мм; місткість бункера – 280 л; потужність двигуна приводу робочого шнека – 22,4 або 33,5 кВт; частота обертання робочого шнека – 179 і 358 хв⁻¹; потужність двигуна приводу подавальних шнеків – 0,48 або 0,62 кВт; частота обертання подавальних шнеків – 20 та 40 хв⁻¹.



Рис. 1.6 – Вовчок К7-ФВП-200-02

Вовчок Seydelmann AG 160 виробництва машинобудівного заводу «*Maschinenfabrik Seydelmann KG*» (Німеччина) представлений на рис. 1.7. Його конструктивні рішення представляють значний інтерес.

Вовчок має [8] подавальний шнек, який розташований перпендикулярно до робочого шнеку. Така компоновка дозволяє забезпечити компактну конструкцію машини і ефективну подачу м'яса до робочого шнеку. Виконання подавального шнека конічним, діаметр витків якого зменшується у напрямі подачі м'яса, гарантує і надійне захоплення крупних шматків м'яса з бункера і надійну їх передачу в міжвитковий простір робочого шнеку.

Конструкція машини виконана переважно з неіржавіючої сталі, а подавальний шнек виконується з чавуну спеціальної марки. Діаметр решіток даної моделі вовчка – 160 мм. Горловина, в якій встановлений різальний комплект, закривається захисним кожухом з електроблокуванням приводу машини, що підвищує безпеку праці оператора. Бункер вовчка має об'єм 400 л і також оснащений захисним пристосуванням – рамкою з електроблокуванням.

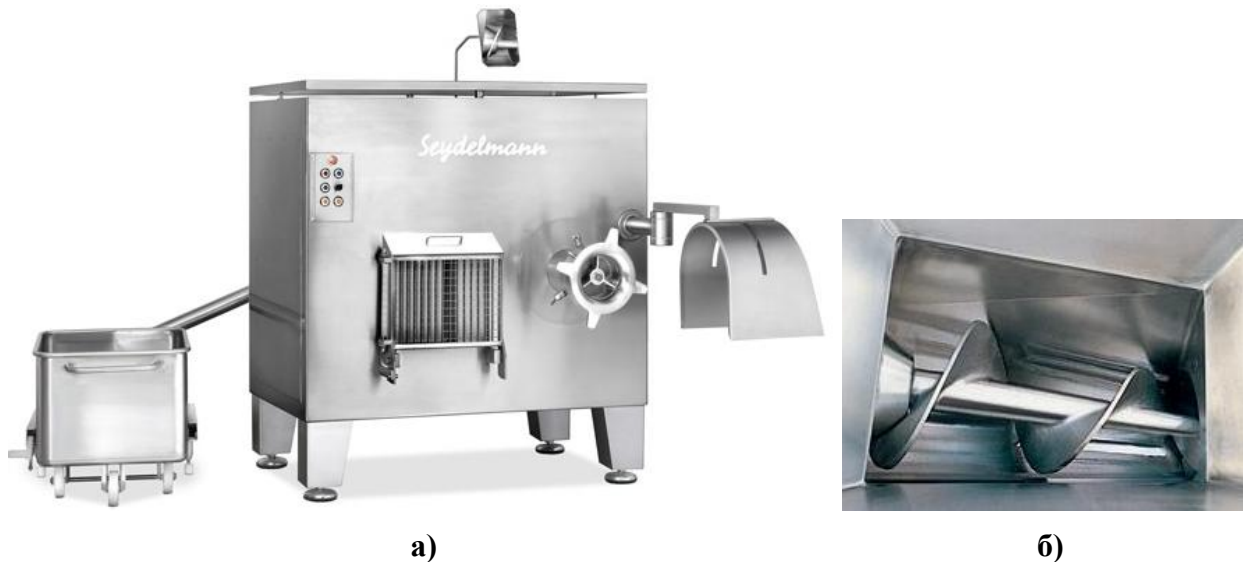


Рис. 1.7. Вовчок Seydelmann AG 160:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – кінцевий подавальний шнек

Привід вовчка може мати різну комплектацію. У базовому варіанті робочий шнек приводиться в дію двошвидкісним електродвигуном змінного струму (трифазним) потужністю 25/37 кВт. Двигун захищений від попадання вологи (тип захисту від вологи IP 55). Подавальний шнек приводиться в дію трьохшвидкісним електродвигуном потужністю 3 кВт.

Як опція, для приводу робочого шнека може бути встановлений двигун потужністю 60 кВт з частотним перетворювачем, що дозволяє використовувати 6, заздалегідь програмованих, довільних частот обертання. В цьому випадку для приводу подавального шнека може використовуватися 5, заздалегідь програмованих, частот обертання. Застосування такого приводу дозволяє більш кращим чином оптимізувати режим роботи вовчка при обробці різних видів і сортів сировини.

У приводі реалізовано двоступеневий контроль температурного перенавантаження, при цьому 1-й імпульс системи контролю знижує частоту обертання подавального шнека, а 2-й імпульс - вимикає двигун головного приводу. Електрична шафа встановлюється окремо від вовчка.

Цікавим і оригінальним є так званий «Пристрій кінцевого різання», який встановлюється на виході різального комплекту. Пристрій призначений для формування необхідної консистенції і гранулометричного складу фаршу певних видів ковбас (рис. 1.8).

Ніж кінцевого різання розташований після вихідної решітки. Завдяки цьому м'ясо, яке з решітки виходить у вигляді довгих джгутів, піддається додатковому подрібненню. Таким чином забезпечується рівномірною довжина шматочків і зернистість фаршу. Ніж приводиться в дію за допомогою навісного приводу, який містить електродвигун постійного струму. Завдяки цьому існує можливість безступінчастого регулювання частоти обертання ножа незалежно від частоти обертання робочого шнека і основного різального комплексу. Таким чином забезпечується регулювання гранулометричного складу фаршу в широких межах і рівномірною його зернистістю при використанні різної початкової сировини. Пристрій кінцевого різання сировини гармонійно підходить для виробництва сирокоченої і напівкоченої ковбас, а також сирих ковбас для смаження.



а)



б)

Рис. 1.8. Пристрій кінцевого різання Seydelmann:
а) – ніж остаточного різання; б) – привод пристрою

Вовчок має вбудований механізм завантаження сировини з гідроприводом (рис. 1.9). У базовому варіанті механізм завантаження розрахований на використання 200-літрових візків типу «BW 200», але за бажанням замовника може бути виконаний для використання 300-літрових візків «BW 300». Гідростанція, гідроциліндри і система клапанів підйимального механізму розміщені усередині корпусу вовчка, що обумовлює просту та швидку санітарну обробку машини.

Така конструкція механізму завантаження має переваги порівняно з щогловими підйомниками, в яких застосований електромеханічний привід і які є окремим видом допоміжного устаткування. Завдяки використанню гідроприводу механізм завантаження практично не потребує технічного обслуговування, оскільки відсутні негігієнічні ланцюгові або гвинтові передачі, які до того ж і потребують частого ремонту. Додатковою перевагою даної конструкції механізму завантаження є те, що коли вовчок не експлуатується, завантажувальний пристрій може знаходитися в

кінцевому верхньому положенні над машиною, що дозволяє зменшити займану виробничу площу.

Як опція, задля повної автоматизації технологічного процесу, вовчок може комплектуватись шнековим або стрічковим транспортером для завантаження сировини. При необхідності вовчок може мати спеціальне виконання для переробки овочів або сиру.



Рис.1.9. Гідравлічний завантажувальний пристрій *Seydelmann*

Вовчки *Laska WW*, що виготовляються фірмою *Maschinenfabrik Laska GmbH* (Австрія), мають схожу конструкцію з вовчками марки *Seydelmann*, а саме - кутове розташування подавального шнека [9]. Діаметр решіток вовчка - 130, 160, 200 і 280 мм. Ці вовчки також виготовляються з неіржавіючих сталей і мають необхідні блокувальні пристрої, що підвищують безпеку праці (рис. 1.10).

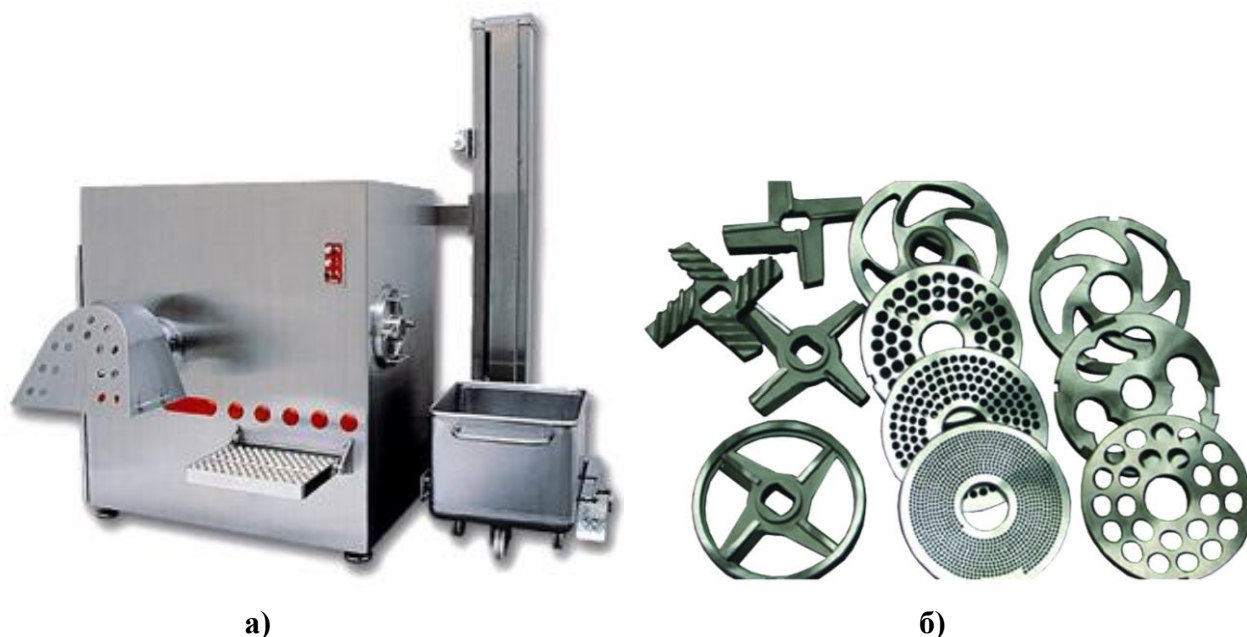


Рис. 1.10. Вовчок *Laska WW 160*:
а) – загальний вигляд вовчка; б) – деталі різального комплекту вовчка

У вовчку може бути використаний жилувальний різальний комплект з осьовим відведенням твердих включень, а конструкція вовчка може дозволяти проводити підвищення частоти обертання ножів по відношенню до робочого шнека (роздільний привід робочого шнека і ножового валу). Вовчки мають гідравлічний виштовхувач робочого шнека і комплектуються приставним електромеханічним завантажувачем сировини. Забезпечено зручний демонтаж циліндричного подавального шнека з метою оперативного поведення санітарної обробки машини.

Вовчки марки *MaDo* мають свої конструктивні відмінності [10]. Фахівці німецької фірми *Maschinenfabrik Dornhan GMBH* (торгівельна марка «*MaDo*») проаналізували сучасні технології різання м'ясної сировини і виявили одну з причин зниження ефективності роботи вовчків.

М'ясо, як відомо, складається з м'язової тканини і сполучної, до того ж в сировині можуть бути присутніми сухожилля, жилки, хрящики і т. ін. М'язова тканина, яка містить значну кількість м'ясного соку, при стискуванні може утворювати текучу фракцію (масу), що здатна переміщуватись в зону меншого тиску. Зусилля різання м'язової тканини не високе. У той же час сполучна тканина – це значно міцніша еластична структура, що створює суттєво більший опір процесу різання. Сумісне подрібнення м'язової і сполучної тканин у вовчках при додатніх температурах сировини не дає бажаного технологічного результату: спостерігається зминання, стирання, руйнування найбільш слабкої м'ясної структури, втрата м'ясного соку, нагрівання фаршу, і, як наслідок, зниження якості готової продукції. При цьому з'єднувальна тканина, як міцніша структура, затягується в зазор між ножами та решітками, створює розклинюючий ефект і ускладнює тим самим обертальний рух ножів, до того ж - забиваються отвори решіток. З цієї причини стають необхідними додаткові витрати енергії на обертання ножового валу, що призводить до необхідності в 1,5÷2 рази підвищувати встановлену потужність приводу вовчка. Це, в свою чергу, підвищує собівартість готової продукції.

У вовчках *MaDo* (рис. 1.11) реалізується технологія подрібнення м'ясної сировини при від'ємній температурі: $-12^{\circ}\text{C} \div -10^{\circ}\text{C}$. При такій температурі м'язова та сполучна тканини набувають рівних механічних властивостей, при цьому міцність сировини стає однорідною. Завдяки цьому створюються умови, що виключають попадання сполучної тканини між решітками і ножами, і система „ніж-решітка” працює без перенавантажень. Як видно з рис. 1.11, з метою реалізації описаної технології обробки сировини, вовчок *MaDo* оснащений теплоізолюючим кожухом і теплоізолюючою кришкою бункеру, які необхідні для запобігання відтаванню початкової замороженої сировини.

Для подрібнення м'ясної сировини при від'ємних температурах фахівці фірми *MaDo* внесли до конструкції вовчка ряд змін. Оригінальною є конструкція робочого шнека: шнек складається зі сталевого валу і змонтованого на ньому полімерного шнека (рис. 1.12, а).



Рис. 1.11. Вовчок *MaDo*

Полімерний шнек, контактуючи з сировиною, утворює антифрикційну пару з низьким коефіцієнтом тертя ковзання, знижуючи таким чином енергетичні витрати на подачу сировини. Крім того, полімерний гвинтовий корпус шнека виконує роль термоізолятора, перешкоджаючи нагріванню сировини.

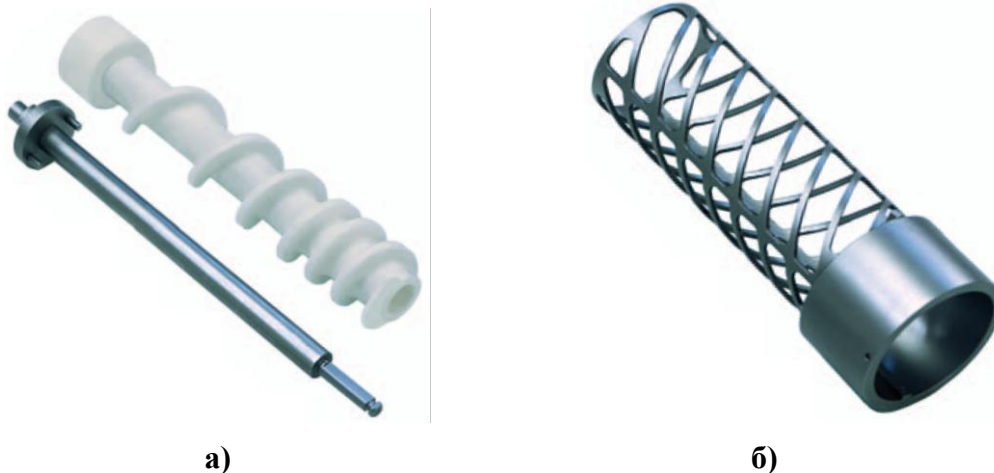


Рис. 1.12. Вдосконалені робочі органи вовчків *MaDo*:

а) – робочий шнек збірної конструкції, який складається з металевого валу та полімерного шнека; б) - гільза робочого циліндру вовчка

Цікаво вирішена конструкція робочого циліндра вовчка. Гладкий робочий циліндр містить металеву гільзу, яка має гвинтові пази (рис. 1.12, б). Сітчаста гільза функціонально замінює робочий циліндр зі спіральними ребрами – перемички між пазами виконують роль виступаючих ребер циліндра і таким чином сприяють переміщенню сировини шнеком. Проте сітчаста гільза має істотні переваги – набагато вища технологічність

виготовлення (пази утворюються вирізуванням з трубчастої заготовки на верстатах плазмового або лазерного різання з ЧПУ) і ремонтпридатність робочого циліндра при зношуванні внутрішньої поверхні. Гвинтові лінії сітчастої гільзи і заморожена сировина утворюють антифрикційну пару з низьким коефіцієнтом тертя ковзання, що істотно знижує зусилля, що витрачається приводом вовчка на переміщення сировини по робочому каналу.

У різальному вузлі вовчка використовуються серповидні ножі, що самозаточуються, які мають силовий обод і гострий кут заточування ріжучої кромки. Леза ножа – увігнуті, при цьому не лише поліпшуються умови різання сировини завдяки серповидності лез, а і відсутнє відштовхування сировини лезами до поверхні робочого циліндра, як це спостерігається у звичайних серповидних лезах. У замороженій сировині ніж своєю гострокутною ріжучою кромкою позначає лінію зрушення, а потім діє як клин, розсовуючи бічною поверхнею щілину, що утворилася. Випереджаюча тріщина, що розповсюджується в замороженій сировині, дозволяє підвищити довговічність ріжучих кромки ножів.

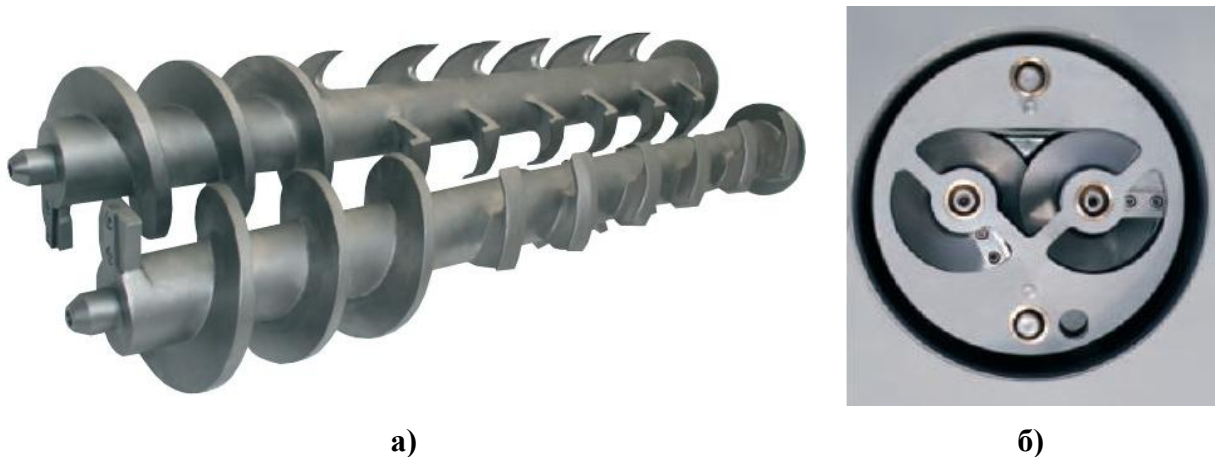
На рис. 1.13 представлено вовчки *MEW 621* та *MEW 727*. Вовчок *MEW 621* оснащено транспортером безперервної дії для відведення обробленої сировини, що дозволяє інтегрувати його в потоку технологічну лінію. Вовчок *MEW 727* показаний у варіанті використання його із технологічними візками, він має вбудований механізм завантаження сировини (підйомник) із гідроприводом.

Окремо слід виділити конструкцію подавальних шнеків вовчка *MEW 727* (рис. 1.14). В бункері розміщено два подавальні шнеки, що мають зустрічне обертання. Вони можуть полімерними, а можуть виготовлятися металевими, із використанням оригінальних конструкторських рішень. Загальна мета застосування нового конструктивного виконання подавальних шнеків – це забезпечення додаткових етапів подрібнення сировини задля збільшення питомої продуктивності машини і зменшення енергоємності її роботи. Представлена конструкція подавальних шнеків забезпечує отримання двох додаткових етапів подрібнення сировини.

Так в зоні захоплення сировини в бункері шнек має не суцільні витки, а їх окремі ділянки (рис. 1.14, а), що дозволяє проводити попереднє подрібнення підмороженої м'ясної сировини в бункері вовчка. Заморожені блоки сировини при цьому мають бути попередньо роздрібнені на спеціалізованих дробарках. Застосування на кінці кожного витка в зоні захоплення сировини циліндричних ділянок, концентричних до осі шнека, дозволяє забезпечити виконання двох суперечливих вимог – малої товщини витка шнека задля надійного захоплення кускової сировини в бункері і великої товщини витка задля ефективного шлюзування зазору між шнеком і робочим циліндром. Завдяки цьому суттєво мінімізовано зворотній потік сировини, чим збільшено продуктивність вовчка.



а) **Рис. 1.13 – Вовчки марки MaDo:**
а) – вовчок MaDo MEW 621; б) – вовчок MaDo MEW 727



а) **Рис. 1.14. Подавальні шнеки вовчка MaDo MEW 727:**
а) – зовнішній вигляд шнеків; б) – передня опора із радіальними ребрами

Кожний шнек на кінці свого останнього витка має змінну різальну вставку, яка закріплена різьбовим з'єднанням (рис. 1.14, б). Ці різальні вставки, разом із радіальними ребрами пластини-опори передніх кінців шнеків, утворюють різальні пари, які при обертанні подавальних шнеків подрібнюють сировину, що подається до шнеку робочого. Таким чином, у вовчках фірми *MaDo* сировина, перед тим, як потрапити до різального комплексу, проходить 2 додаткові етапи подрібнення, а, як відомо [1], кількість етапів подрібнення сировини дозволяє підвищити питому продуктивність вовчка і зменшити питому енергоємність його роботи.

Завдяки прийнятим заходам (застосування нових конструкцій робочого та подавальних шнеків, гільзи робочого циліндру, ножів та прийнятої технології подрібнення замороженої сировини) встановлена потужність вовчків *MaDo* в 1,5÷2 рази нижча, ніж у вовчків інших фірм-виробників.

Технічні характеристики вовчка *MEW 727* наступні: діаметр різального комплексу – 160 мм; кількість елементів різального комплексу – 3, 5 або 7; потужність приводу робочого шнеку – 38/ 63 кВт (відповідно „двошвидкісний двигун / частотне керування”); потужність приводу подавальних шнеків – 11/19 кВт; частота обертання робочого шнека - 150/300 хв⁻¹ при використанні двошвидкісного приводу і 1-300 хв⁻¹ при використанні приводу із частотним керуванням; частота обертання подавальних шнеків – 12/24 хв⁻¹ при використанні двошвидкісного приводу і 1-36 хв⁻¹ при використанні приводу із частотним керуванням; місткість бункера – 500 л; продуктивність вовчка – 4000 кг/год.

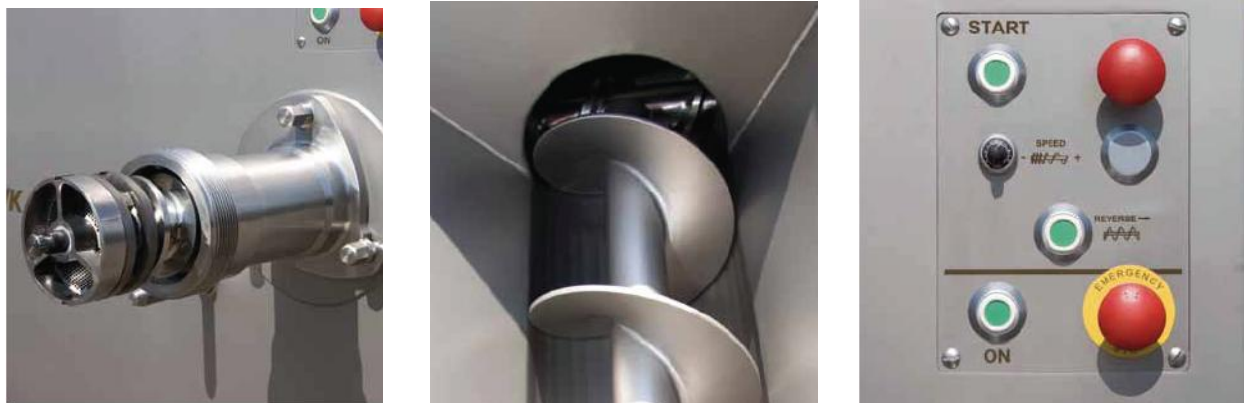
Вовчки марки *Kolbe* (рис. 1.15) відрізняються тим, що робочий шнек і робочий циліндр виготовляються зі спеціальної неіржавіючої сталі, яка легована бронзою [11]. Даний сплав спеціально розроблений для деталей, що працюють під навантаженням, з умовою мінімального взаємного тертя і мінімального зношування.



Рис. 1.15. Вовчки марки *Kolbe*:
а) – вовчок *MWE52*; б) – вовчок *AWK130*

На рис. 1.16 показано конструктивне виконання окремих вузлів вовчка *AWK130* – в ньому використовується різальний комплект системи *Unger*, подавальний шнек збільшеного діаметру, який розташовано перпендикулярно до робочого шнека, та пульт керування, який дозволяє зробити процес управління машиною простим та зручним.

Німецька фірма *Kolbe GMBH* розробляє, проводить і модернізує обладнання для харчової промисловості, вона займає провідні позиції у виробництві вовчків для підприємств малої і середньої потужності. В лінійці машин фірми *Kolbe GMBH* представлено вовчки із діаметром різального комплекту 82, 100, 114, 130, 160, 200 мм і об'ємом бункеру від 6 до 380 літрів.



а)

б)

в)

Рис. 1.16. Виконання окремих вузлів вовчка *Kolbe AWK130*:

а) – різальний комплект ; б) – подавальний шнек; в) – пульт керування

Також споживачеві пропонується комплект оснащення для виготовлення порційного фаршу: промисловий порціонер *PM 150*; порціонер для супермаркетів *PF 110*; конвеєр *MO1500 K* (рис. 1.17).

Вовчок *Karl Schnell Winkelwolf 160* (Німеччина) показаний на рисунку 1.18. Вовчок призначений для подрібнення шматкового, безкісткового, жилованного м'яса при виробництві фаршей для ковбасних і інших м'ясних виробів. Машина відноситься до вовчків кутового типу – подавальний шнек розташований перпендикулярно до робочого шнека [12].

Вовчок може бути застосований як для заморожених, так і для свіжих продуктів, наприклад, м'яса, овочів, сиру. Привод живильника виконано з можливістю регулюванням частоти його обертання. Це, поряд із 2-ступінчастим приводом робочого шнеку, забезпечує дбайливу переробку продукту. Додатковою перевагою машини є простота управління та очищення. Для вовчків *Karl Schnell Winkelwolf* передбачені різні варіанти ріжучих комплектів, спеціально адаптованих до переробки різних продуктів (свіжого і замороженого м'яса, сиру та ін.).

Наявність електронного контролера дозволяє безступінчасто змінювати швидкості обертання шнеків і отримувати якісно подрібнений продукт. Вовчок з решітками діаметром 160 мм має привод робочого шнека потужністю 25/34 кВт, при цьому потужність приводу подавального шнека – 2,2/4,4 кВт. При використанні решіток діаметром 200 мм потужність головного приводу підвищується – 34/52 кВт.



а)



б)



в)

Рис. 1.17. Додаткове оснащення вовчків Kolbe:
а) – вовчок MW 114 з порціонером PM 150 ; б) – порціонер PF 110;
в) - конвеєр MO1500 K



а)



б)

Рис. 1.18. Вовчок Karl Schnell Winkelwolf 160:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – подавальний шнек вовчка

1.2.2 Вовчки-мішалки

Вовчки-мішалки призначені для виконання двох технологічних операцій – змішування м'ясної сировини з рецептурними компонентами і подрібнення отриманої суміші. Вони працюють в трьох режимах:

- змішування;
- змішування плюс подрібнення;
- суто подрібнення.

Поєднання функцій перемішування і подрібнення скорочує тривалість циклу приготування фаршу, знижує трудомісткість. За рахунок виключення етапу транспортування сировини по ділянці знижуються витрати часу і поліпшуються санітарно-гігієнічні показники продукту. В основному вовчки-мішалки застосовують для перемішування і подрібнення м'яса у виробництві рублених напівфабрикатів, але в той же час такі машини знаходять застосування і для стандартизації фаршу, і у виробництві сирокоченої ковбаси.

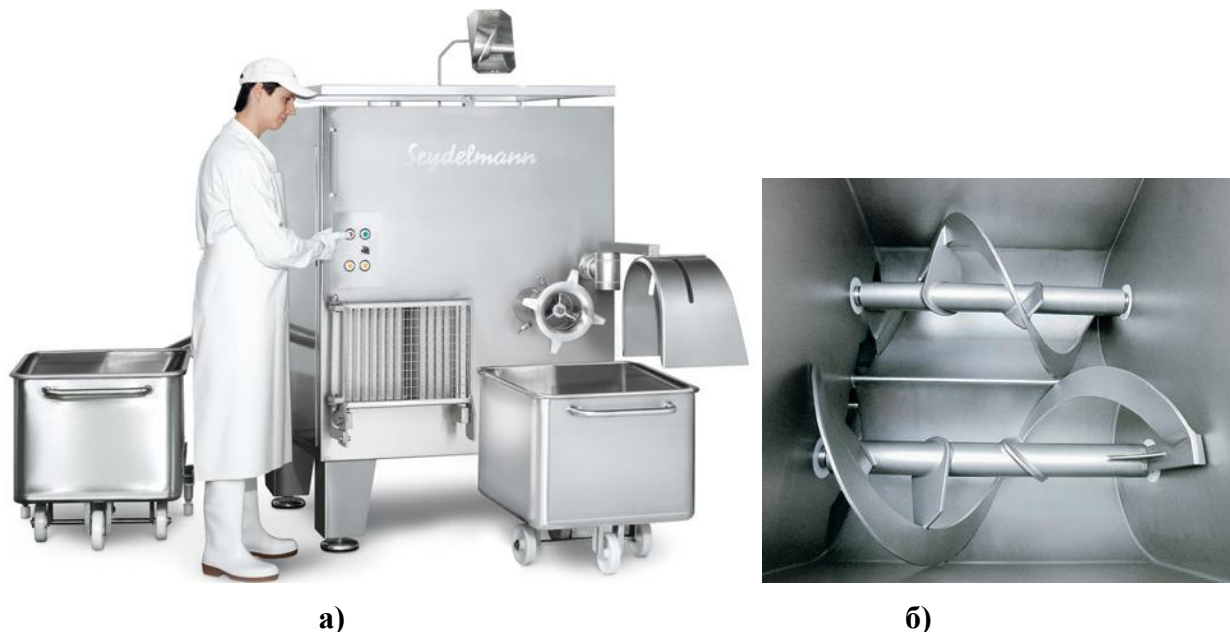
Провідними зарубіжними компаніями, що випускають вовчки-мішалки, є фірми «*Seydelmann*», «*KILIA*», «*MaDo*» (Німеччина), «*LASKA*» (Австрія) та ін.

Вовчок-мішалка *Seydelmann AE 130* має різальний комплект діаметром 130 мм (рис. 1.19). Сировина до робочого шнека подається подавальним шнеком над яким в бункері встановлено два змішувальні вали. Об'єм бункера 380 л. Робочий шнек приводиться в дію двошвидкісним електродвигуном потужністю 14/18 кВт, подавальний шнек – трьохшвидкісним двигуном потужністю 1,8 кВт. Можлива комплектація вовчка приводом робочого шнека потужністю 40 кВт з перетворювачем частоти (6 програмованих частот обертання).

Кожен змішувальний вал приводиться в рух від індивідуального двошвидкісного мотор-редуктора потужністю 1,5 кВт. Це дозволяє отримувати різноманітні комбінації роботи машини як в режимі перемішування, так і в режимі подрібнення і подрібнення одночасно з перемішуванням. При цьому також наявна можливість варіювання інтенсивністю перемішування. Конструкція змішувальних валів являє собою плоскі спіралі, які кріпляться до валів за допомогою плоских лопаток. Причому напрям навивки спіралі і кут повороту лопаток вибирається таким, щоб при їх обертанні забезпечувався протилежно-направлений рух сировини. Таким чином досягається швидке і рівномірне перемішування сировини в щадному для неї режимі.

Вивантаження сировини з машини можливе тільки в разі наявності візка в місці вивантаження. Сировина вивантажується через вікна при відкритих заслінках (заслінки приводяться в дію за допомогою пневмоприводів) або з горловини вовчка. Це дозволяє експлуатувати вовчок-мішалку в якості автономної фаршмішалки. Таким чином машина

поєднує в собі можливості двох окремих машин. Так, наприклад, попереднє перемішування, стандартизація і подрібнення проводиться в режимі «змішування і подрібнення», після чого виконується повторне завантаження отриманого напівфабрикату в бункер машини, додавання туди інших рецептурних компонентів і відбувається робота машини в режимі «змішування». Після закінчення цього процесу відбувається вивантаження продукту через розвантажувальні вікна.



а) б)
Рис. 1.19. Вовчок-мішалка Seydelmann AE 130:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – змішувальні вали

Робочий шнек, робочий циліндр і байонетне з'єднання гайки-маховика виготовляються з неіржавіючої сталі. Механічне зношування робочого циліндра істотно зменшене завдяки спеціальному способу загартування внутрішніх поверхонь циліндра. Робочий шнек оснащений короткочасним реверсивним ходом, завдяки чому навіть мінімальна кількість перемішуваних компонентів можуть подаватися з робочого циліндра назад в бункер для перемішування.

В якості опцій, можуть бути встановлені спеціальні кришки бункера, наприклад, кришка для пилоутворювальних матеріалів або кришка над бункером для установки патрубку подачі рідкого азоту (LN_2) чи діоксиду вуглецю (CO_2). В такому разі кришка бункера приводиться в дію гідроприводом,

Також, в якості опції, можуть бути встановлені датчики ваги для завантаження сировини відміреними порціями. Система зважування, окрім вказування і визначення ваги порції сировини в бункері, дозволяє, за допомогою системи програмного керування, проводити вивантаження сировини залежно від заданої величини відміряної порції. З урахуванням виміряної ваги сировини в бункері можна точно визначити необхідну вагу

прянощів і харчових добавок. Як опція також можливе оснащення вагами для спецій. В результаті можливе використання режимів роботи для 5 запрограмованих рецептур, кожна з яких може включати до 10 компонентів в процентному співвідношенні. На дисплеї, вмонтованому в окремий корпус з неіржавіючої сталі, за допомогою двох параметрів часу вводиться і вказується тривалість циклів, а також загальна тривалість перемішування.

За бажанням замовника вовчок-мішалка може бути оснащений системою керування, яка дозволяє задавати тривалість технологічних циклів 10 робочих операцій і швидкості обертання змішувальних валів, а також керувати подачею таких хладагентів, як діоксид вуглецю (CO_2) або рідкий азот (LN_2) та керувати системою вакуумування (в разі вакуумного виконання мішалки).

Контролювати процес перемішування можна використовуючи відкидну підніжку з неіржавіючої сталі, а при недостатній кількості виробничої площі машина може бути оснащена містком з електроблокуванням замість підніжки. Конструкція машини не має зварних швів, всі кути закруглені, приводи змішувальних валів і пневмоприводи розташовані усередині корпусу вовчка, завдяки чому машина легко піддається санітарній обробці.

Вовчок-мішалка *Karl Schnell MW 600/ 1000 Kombiwolf* – так само є вдалим прикладом комбінування операцій (рис. 1.20). Машина складається з діжі з перемішувальними шнеками і вбудованим робочим циліндром вовчка, що розташований перпендикулярно осям перемішувальних шнеків. Перемішану сировину можна розвантажувати через заслінку, минаючи операцію подрібнення.



Рис. 1.20. Вовчок-мішалка *Karl Schnell MW 600/ 1000 Kombiwolf*

Технічні характеристики вовчка-мішалки наступні: діаметр решіток– 200 мм, корисний об'єм бункера 800 або 1600 л, потужність приводу

робочого шнека – 34 або 52 кВт, потужність приводу змішувальних валів – 4,4 кВт кожен, потужність приводу вивантажувального шнека – 5,5 кВт. Машина виготовляється у вакуумному виконанні з пневмоприводом вакуумної кришки. Вивантаження сировини можливе тільки за наявності в потрібному положенні транспортного візка, що забезпечується системою контактних датчиків.

Вовчки-мішалки *Laska WMW* випускаються в різному виконанні - *WMW 1330, 1680, 2080, 2012, 2020* (рис. 1.21). Їх технічні характеристики наведені в табл. 1.3.

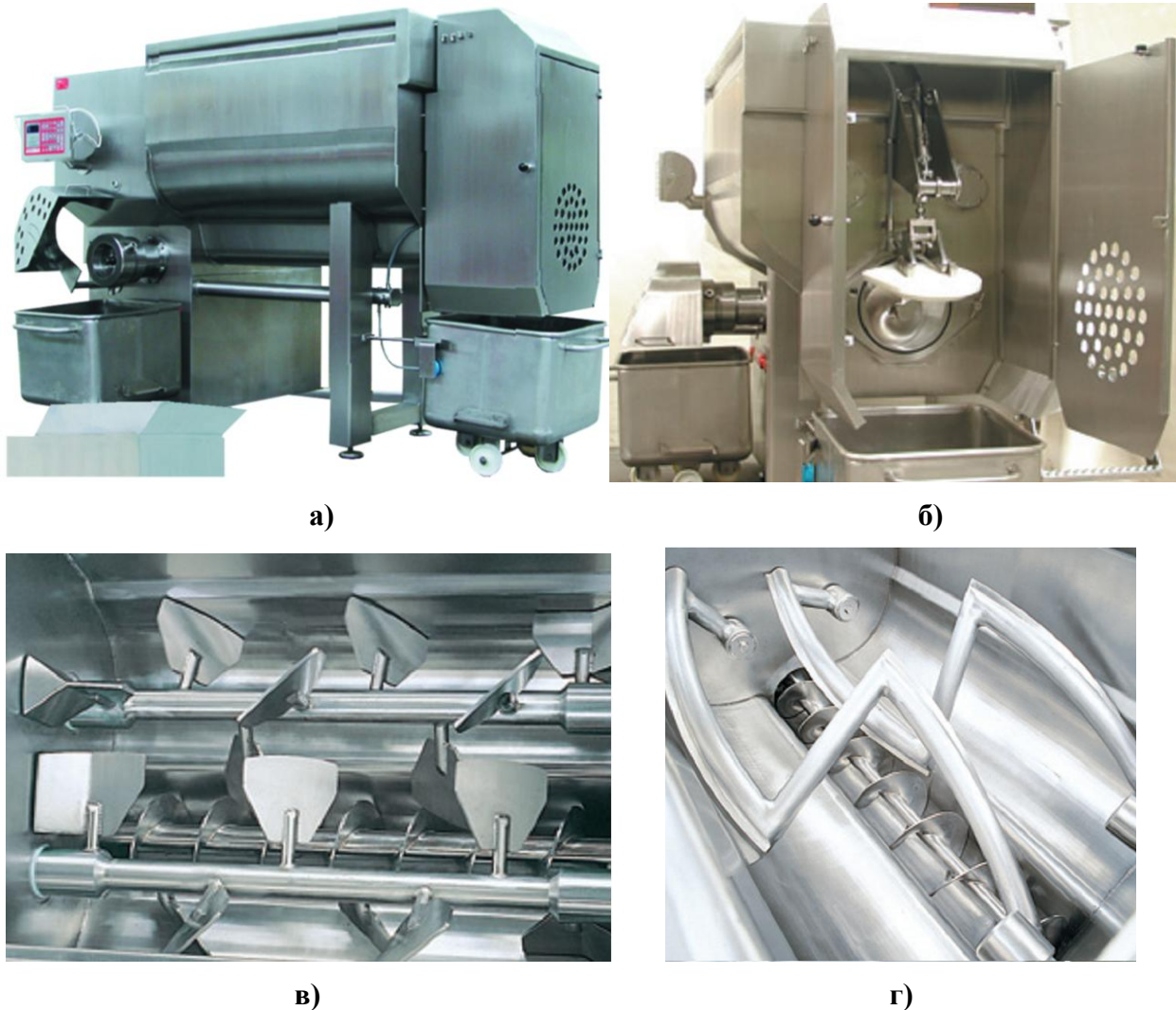


Рис. 1.21. Вовчок-мішалка *Laska WMW 2012*:

а) – зовнішній вигляд машини; б) – візок в положенні вивантаження сировини з мішалки; в) – змішувальні вали лопаток; г) – z-подібні змішувальні вали

Конструкція машини містить горловину вовчка з робочим шнеком і різальним комплектом, а також діжу, в якій розташовані змішувальні вали і вивантажувальний шнек. Таким чином вовчок-мішалка може працювати і суто в режимі змішування. Робочий і вивантажувальний шнеки, а так само обидва змішувальні вали мають індивідуальні приводи, що дозволяє

забезпечувати широкий набір режимів роботи машини. Змішувальні вали стандартно виконуються лопатевими, але як опція можуть бути виконані з-подібними (для в'язкої сировини, такої, як попередньо подрібненні фарші).

Під час циклу змішування вивантажувальний шнек працює в реверсивному режимі, що дозволяє уникнути неякісної обробки фаршу. Поліпшити умови експлуатації машини дозволяє гідравлічний виштовхувач шнека.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики вовчків-мішалок *Laska WMW*

Параметр	Тип вовчка-мішалки <i>Laska WMW</i>				
	1330	1680	2080	2012	2020
Діаметр різального комплексу, мм	130	160	200	200	200
Об'єм діжі, л	380	800	800	1200	2000
Частота обертання робочого шнеку, хв. ⁻¹	270	210	210	210	210
Частота обертання вивантажувального шнеку, хв. ⁻¹	14	9	11	11	11
Потужність приводу робочого шнеку, кВт	11	22	30	30	30
Потужність приводу вивантажувального шнеку, кВт	1,8	3	3	3	3
Потужність приводу змішувальних валів, кВт	4	11	11	15	22

В якості опцій також можуть бути встановлено: систему зважування сировини в діжі, систему подачі хладагента (CO₂), перетворювач частоти обертання робочих органів (безступінчасте регулювання частоти обертання), автоматичний дозатор води та датчик температурного контролю процесу змішування. Система управління дозволяє реалізувати до 20 програм змішування.

Вовчки-мішалки *CFS ComboGrind* мають [13] таку перевагу, як компактність конструкції при одночасно великому об'ємі завантажувального бункера (рис. 1.22). Цьому сприяє змінена геометрія бункера, конструкція перемішуючого пристрою і система подачі сировини до різального вузла. Діаметр різального комплексу – 250 мм. Об'єм бункера може набувати двох значень – 1000 і 1500 л. У бункері знаходиться одновальний перемішуючий пристрій, різноспрямовані лопаті якого забезпечують як ефективне змішування сировини, так і її подачу до робочих шнеків вовчка. Лопаті мішалки мають округлу форму і гладку поверхню, що дозволяє уникнути деформації крупних шматків м'яса.



а)



б)



в)

Рис. 1.22. Вовчок-мішалка CFS ComboGrind:

а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – конструкція змішувального валу;
в) – робочі шнеки

Робочих шнеків – два, вони входять в зачеплення один з одним і мають зустрічне обертання. Подача сировини до різального комплексу здійснюється не робочим шнеком і робочим циліндром, а шляхом захоплення сировини між двома шнеками або, точніше, гвинтами з широким витком (за принципом дії шприца для наповнення ковбас). Така система подачі володіє певними перевагами:

- подача сировини здійснюється без її надмірного стискування;
- мінімізується зворотний відтік сировини з робочої камери;
- забезпечується надійна подача навіть в'язкої сировини (заздалегідь подрібненого фаршу);
- забезпечується самоочищення шнеків.

У конструкції машини передбачений ряд автоматичних функцій (збереження і застосування заданих рецептур змішуваних компонентів, дозування, система зважування, регулювання рівня заповнення і контроль температури сировини).

Вовчок-мішалка *KILIA Leopard* (рис. 1.23) виконує функції двох машин - вовчка і мішалки, і виготовляється в трьох варіантах: *G160*, *U200*, *ZW 220*, з діжею об'ємом 500 – 2000 л. У лінійці машин фірми *KILIA* широко представлені [14] вовчки-мішалки для середніх і крупних м'ясопереробних виробництв. Серед промислових машин великої продуктивності устаткування цієї фірми займає, можливо, ведучі позиції, а сучасні технічні рішення дозволяють збільшити термін його служби. Технічні характеристики машин наведені в табл. 1.4.

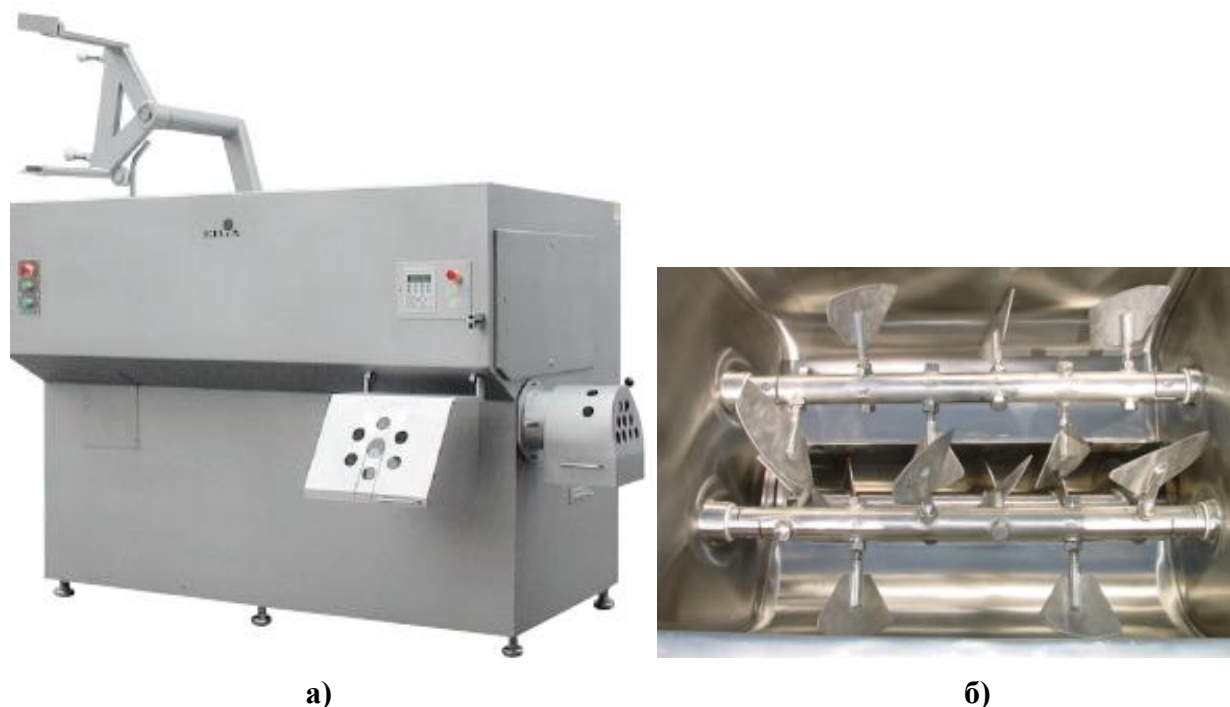


Рис. 1.23. Вовчок-мішалка *KILIA Leopard U 200*:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – змішувальні вали

Таблиця 1.4. – Технічні характеристики вовчків-мішалок *KILIA Leopard*

Параметр	Тип вовчка-мішалки <i>KILIA Leopard</i>		
	<i>G160</i>	<i>U200</i>	<i>W300</i>
Діаметр різального комплекту, мм	160	200	220
Об'єм діжі, л	500	1000	1500/ 2000
Продуктивність, кг/год	4500	9000	12000
Встановлена потужність, кВт	47	63	71

Розміри лопатей (діаметр і довжина) забезпечують можливість завантаження великих шматків м'яса і прискорюють їх подачу до робочого шнека, а попереднє різання в діжі зменшує тиск на ножі та решітки. Забезпечено покращені умови для подрібнення шпика, пашини і т. ін. Особливістю машини також є те, що змішувальні вали володіють можливістю індивідуального регулювання положення лопатей (можливість перестановки на 90°). Лопаті при цьому можуть бути використані тільки для перемішування, не переймаючи на себе транспортні функції, також така

конструкція, як при тонкому, так і при грубому подрібненні сировини дозволяє отримати фарш високої однорідності. Для перемішування в'язких продуктів можуть встановлюватись z -подібні лопаті. В разі використання змішувальних валів, лопаті яких максимально наближені до стінок діжі, можна виробляти повноцінні фарші різних рецептур (тобто змішувати фарш з інгредієнтами використовуючи тільки одну машину).

Різальний вузол закривається захисним кожухом з електроблокуванням. При цьому в пристрої електроблокування використовується не кінцевий вмикач, а магнітне поле, що підвищує безпеку праці персоналу. В якості опції, може використовуватись різальний комплект, який дозволяє переробляти м'ясо глибокого заморожування, свинячу шкірку та іншу проблемну сировину.

Вовчок-мішалка може бути виготовлений у вакуумному виконанні, вакуум-варочному, а також з використанням системи охолодження сировини вуглекислим газом CO_2 . Машина оснащується вбудованим механізмом завантаження з гідروприводом, що підвищує компактність конструкції. Також використовується система централізованого автоматичного мащення пар тертя *ADS 100/200*, яка забезпечує вузли і агрегати вовчка-мішалки необхідною кількістю мастила в автоматичному режимі. Кількість мастила, що необхідна для кожного вузла, визначається системою керування залежно від інтенсивності роботи пари тертя. Підвищенню надійності роботи і довговічності машини сприяє також використання керамічного ущільнення підшипникових опор змішувальних валів.

Система керування вовчка-мішалки дозволяє реалізувати до 99 програм керування. У якості опції може бути встановлена система *KPV*-візуалізації, що дозволяє в більш зручній і повній формі відображати і контролювати параметри технологічного процесу. Також може бути встановлений модем для контролю параметрів роботи машини, її технічного стану і визначення причин виниклих неполадок за допомогою мережі *INTERNET*. Це дозволяє уникнути необхідності запрошувати співробітників сервісної служби з інших міст або навіть країн, що дозволяє істотно зменшити експлуатаційні витрати.

Проведенню ефективної санітарної обробки сприяє конструкція діжі, відсутність контурного ущільнення вакуумної кришки діжі та виконання поверхонь машини полірованими. Машина оснащується системою централізованого миття *CIP-cleaning*, що дозволяє проводити миття в автоматичному режимі при витримуванні високих стандартів якості очищення. Подвійні стінки корпусу вовчка-мішалки істотно зменшують шум при його роботі (до рівня 70 дБ).

Вовчок-мішалка *MaDo MEW 732* представлений на рис. 1.24. В бункері вовчка розміщено один змішувальний лопатевий вал. Вовчок має один шнек, який виконує і функцію транспортування сировини з бункера і

функцію нагнітання сировини до різального комплексу. Шнек може мати металеве виконання, а може мати збірну конструкцію – ділянка, що працює в робочому циліндрі вовчка, виконується полімерною та знімною. В конструкції вовчка-мішалки передбачено систему охолодження стінок бункера, що дозволяє ефективно реалізувати прийнятну технологію подрібнення замороженої до -8°C сировини та розширити технологічні функції машини.

Технічні характеристики вовчка-мішалки *MEW 732* наступні: діаметр різального комплексу – 160 або 200 мм; потужність приводу робочого шнека – 35/ 38 кВт; потужність приводу змішувального валу – 4,0 кВт; частота обертання робочого шнека – 150/300 хв^{-1} ; частота обертання змішувального валу – 33 хв^{-1} ; місткість бункера – 500 л; продуктивність вовчка – до 5000 кг/год; вага машини – 3100 кг.

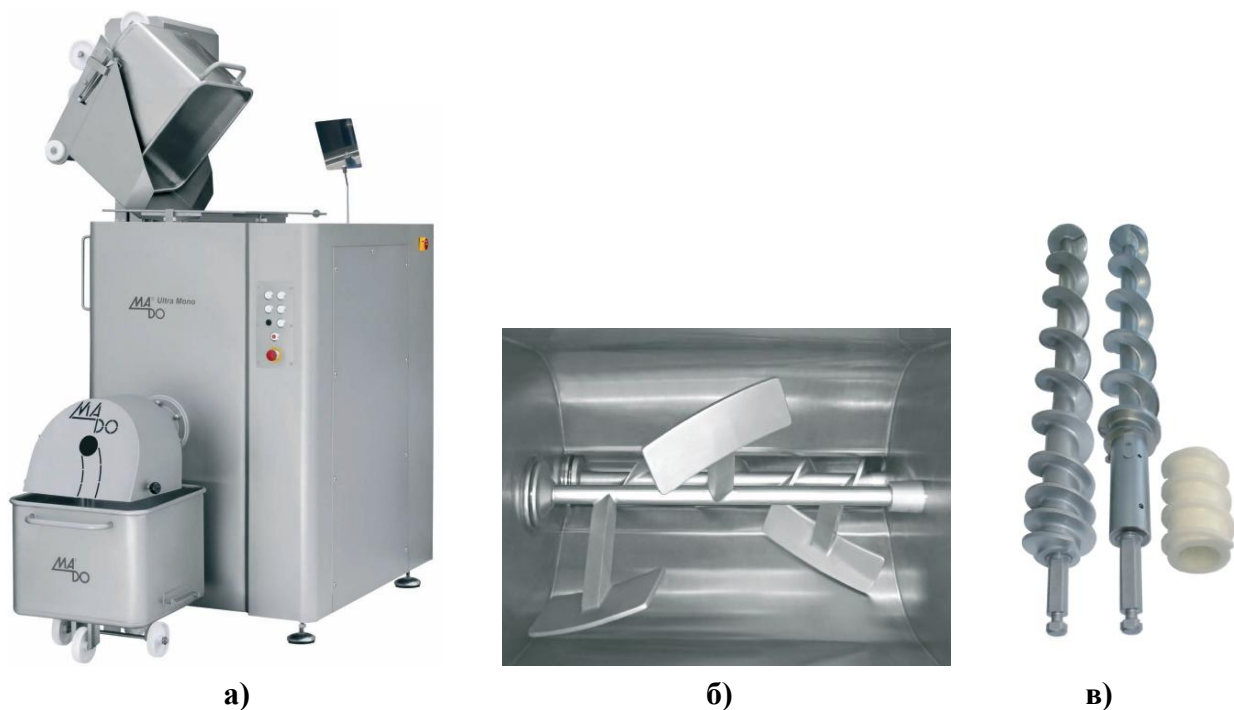


Рис. 1.24. Вовчок-мішалка *MaDo MEW 732*:

а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – конструкція змішувального валу;
в) – різне виконання робочого шнека

На рис. 1.25 показано вовчок-мішалку *MaDo MMG 239*, яка також має назву “*Extrusion mincer*”, тобто – „Вовчок-екструдер”. Така назва свідчить, як про особливості конструкції машини, так і про ті технічні результати, які завдяки такій конструкції досягаються. Мова йде про підвищену у два рази питому продуктивність машини та про істотно зменшене енергоспоживання.

Поряд з цим вовчок-мішалка *MMG 239* позиціонується, як агрегат, що дозволяє проводити усі основні технологічні операції приготування фаршів для рублених напівфабрикатів, смажених та навіть варених ковбас. Такими операціями є попереднє подрібнення м'ясної сировини, змішування фаршу, його вакуумування та кінцеве мілке подрібнення.

Високі технічні показники досягаються за рахунок комплексного використання оригінальних конструкторських рішень фірми *Maschinenfabrik Dornhan GmbH*. В бункері вовчка розміщено лопатевий змішувальний вал (рис. 1.26, а), бункер має кришку з гідроприводом, а до складу машини входить система вакуумування. Частота обертання змішувального валу може безступінчасто змінюватись, як при прямому обертанні так і при реверсі. Під час циклу змішування подавальні шнеки обертаються у реверсному режимі, піднімаючи сировину у бункері і підвищуючи ефективність перемішування. Все це дозволяє використовувати вовчок як ефективний вакуумний фаршезмішувач.



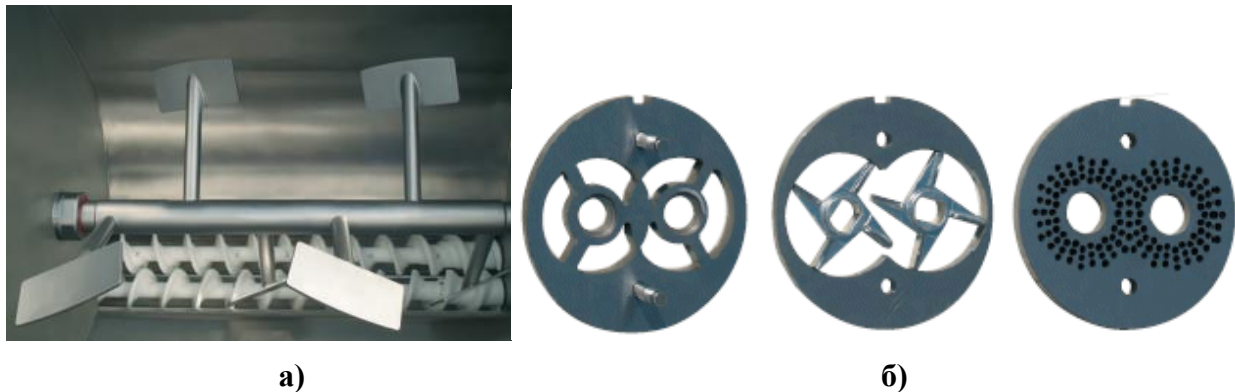
а)



б)

Рис. 1.25. Вовчок-мішалка *MaDo MMG 239*:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – система подвійної сепарації *DuoSeparat*

В бункері, перпендикулярно до робочих, розміщено подавальні полімерні шнеки, які своїми передніми кінцями спираються на передню опору. Передня опора може мати різне конструктивне виконання (рис. 1.26, б), але в будь-якому випадку вона повинна забезпечувати виконання і другої функції – попереднє подрібнення, в парі з подавальними шнеками, м'ясої сировини при її транспортуванні до робочих шнеків. Це дозволяє збільшити кількість етапів подрібнення, що в свою чергу дозволяє реалізовувати більш мілке подрібнення сировини у різальному вузлі.



**Рис. 1.26. Система подачі сировини з бункера вовчка-мішалки *MaDo MMG 239*:
а) – змішувальний вал та подавальні шнеки;
б) – комплект передніх опор подавальних шнеків з різальними елементами**

В якості робочого шнека у вовчку використовується пара шнеків, що мають велику ширину витків та зустрічне обертання (рис. 1.27, а). За своїм принципом транспортування та нагнітання сировини такі робочі органи аналогічні гвинтам машини для набивки ковбасних оболонок – шприцам. Перевага таких гвинтів – це підвищена продуктивність та відсутність зворотних потоків сировини навіть при обробці рідких фаршів, високий нагнітальний тиск. Виконання ж гвинтів полімерними дозволяє мінімізувати нагрів сировини та втрати енергії на її транспортування. В результаті, прийнята схема обумовлює підвищену продуктивність машини та зменшену енергоємність її роботи. При використанні вихідної решітки з отворами діаметром 3 мм нагрівання сировини відбувається не більше, як на 0,5°C.

Остаточне подрібнення сировини відбувається в ступені кінцевого подрібнення, яка складається із знімного робочого циліндру, шнека-насадки, що насаджується на палець одного з робочих шнеків (рис. 1.27, б) та різального комплекту, що встановлюється на палець шнека-насадки (рис. 1.27, в). В результаті забезпечується подрібнення сировини навіть крізь вихідну решітку з отворами діаметром 0,6 мм, що дозволяє виготовляти різні сорти ковбас.

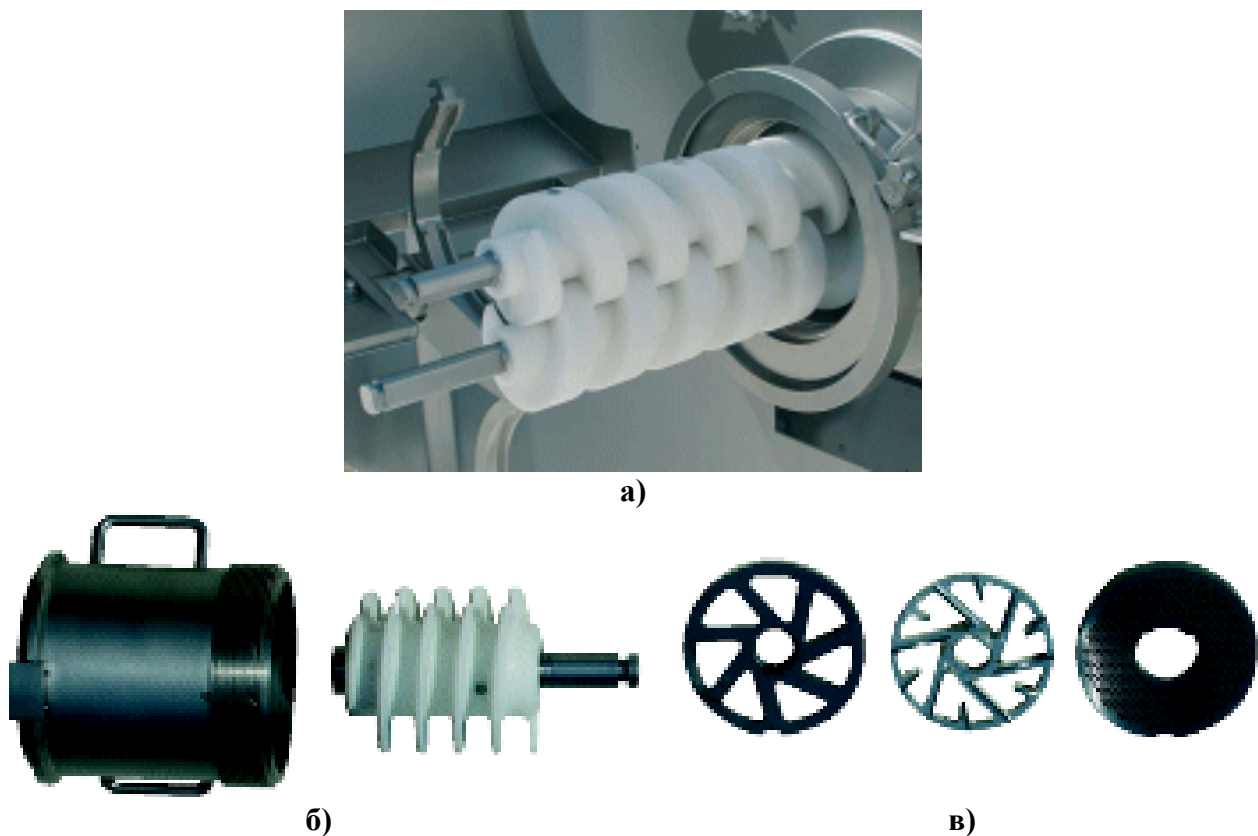


Рис. 1.27. Система кінцевого подрібнення сировини вовчка *MMG 239*:
 а) – полімерні робочі шнеки; б) – знімний робочий циліндр та шнек-насадка ступеня кінцевого подрібнення; в) – різальний інструмент ступені кінцевого подрібнення

В машині використовується система подвійної сепарації твердих включень *DuoSepar* (рис. 1.25, б). Її особливість полягає в тому, що одночасно використовується осьове відведення включень (скалки кісток, хрящі, сухожилля) одним ножом та периферійне відведення твердих включень іншим ножом. Також використовується пневмопривод клапану на патрубку відведення твердих включень, частота спрацювання пневмоприводу може регулюватись безступінчасто. Система *DuoSepar* дозволяє забезпечити високу якість сепарації м'ясної сировини при високій продуктивності машини.

Вовчки-мішалки *MaDo MMG* виготовляються в декількох типорозмірах, їх технічні характеристики наведено в табл. 1.5.

Загалом, використання вовчків-мішалок *MaDo MMG* дозволяє отримати наступні переваги: економія капіталовкладень, експлуатаційних витрат та виробничих площ за рахунок можливості виконання попереднього подрібнення фаршу, його змішування, деаерації та тонкого подрібнення в одній машині; зменшення бактеріального занесення в сировину до 80% у порівнянні із звичайним комплектом технологічного обладнання; підвищена продуктивність та зменшені енерговитрати; мінімальний нагрів сировини при подрібненні; застосування води замість льоду при приготуванні емульсій (усунення необхідності використовувати льдогенератори на дільниці).

Таблиця 12.5 – Технічні характеристики вовчків-мішалок *MaDo MMG*

Параметр	Тип вовчка-мішалки <i>MaDo MMG</i>				
	229	231	235	239	243
Діаметр різального комплексу, мм	130	130	160	200	200
Діаметр робочих шнеків (гвинтів), мм	80	80	125	125	125
Об'єм бункеру, л	130	500	1000	1500	2000
Продуктивність, т/год	3600	4000	6000	12000	12000
Частота обертання робочих шнеків, хв. ⁻¹	10÷350	10÷350	10÷350	10÷350	10÷350
Частота обертання подавальних шнеків, хв. ⁻¹	5÷35	5÷48	5÷35	5÷35	5÷35
Частота обертання змішувального валу, хв. ⁻¹	5÷26	5÷38	5÷33	5÷33	5÷33
Потужність приводу робочих шнеків, кВт	19	19	37	64	64
Потужність приводу подавальних шнеків, кВт	2,2	2,2	11	19	19
Потужність приводу змішувального валу, кВт	1,1	4,0	11	15	15

Застосування гвинтового насоса замість робочого шнека дозволяє отримати продуктивність машини до 12 т/год, що є удвічі більше за продуктивність звичайних вовчків, які мають різальний комплект того ж самого типорозміру. Робота машини потребує суттєво нижчих енерговитрат ніж при використанні кутеру або емульситатору для виготовлення емульсій. Так при продуктивності 12÷14 т/год під час виготовлення варених ковбас або при продуктивності 7÷10 т/год під час виготовлення емульсій величина споживаної енергії складає близько 45 кВт, що є вкрай низьким рівнем енергоспоживання.

Вовчок-мішалка *Inotec Grinder W 235* фірми *Inotec GMBH Maschinenentwicklung und Vertrieb* (Німеччина) так само являється прикладом застосування новаторських технічних рішень (рис. 1.28).

Вовчок-мішалка [15] має різальний комплект діаметром 235 мм і бункер об'ємом 500 літрів. Перемішувачий пристрій – одновальний, подача сировини з бункера здійснюється двома паралельними полімерними гвинтами, які розташовані перпендикулярно до робочого шнека.



а)



б)



в)

**Рис. 1.28. Вовчок-мішалка *Inotec Grinder W 235*:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – різальний комплект;
в) – перемішуючий вал і подавальні шнеки**

Особливістю конструкції машини є застосування керамічного покриття різальних площин ножів і решіток, що значно підвищує їх довговічність і кардинальним чином зменшує емісію продуктів зношування різального інструменту в фарш. Перший, другий і третій ножі в різальному комплекті мають різну кількість лез (перший – 3, другий – 4, третій – 6 лез), а також стандартно оснащені змінними різальними вставками.

Також вперше у вовчках, застосована система точного позиціонування ножів відносно решіток, яка раніше використовувалась тільки в емульсаторах. Така система дозволяє розташовувати ножі з мінімально допустимим зазором по відношенню до ріжучих площин решіток, що зменшує зношування різального механізму, нагрівання фаршу

і енергоємність роботи приводу. Також система дозволяє компенсувати зміну товщини ножів і решіток після їх перезаточування.

Принцип дії системи позиціонування полягає в тому, що решітки розташовуються в рухомій гільзі, яка має можливість зміщуватися вздовж осі робочого циліндра, чим і забезпечується зміщення решіток відносно ножів. Гільза приводиться в рух від черв'ячної передачі і крокового електродвигуна, робота приводу управляється системою керування.

Продуктивність вовчка-мішалки – до 5000 кг/год, потужність приводу робочого шнека – 38 кВт, потужність приводу подавальних шнеків – 11 кВт, потужність приводу перемішуючого валу – 4 кВт, частота обертання робочого шнека – 160/320 хв⁻¹, частота обертання перемішуючого валу – 18/36 хв⁻¹.

1.2.3 Вовчки-дробарки

Вовчки-дробарки (рис. 1.29) призначені для подрібнення м'яса, замороженого у блоках, причому залежно від конструкції машини можливе досягнення різного ступеня подрібнення. Отриманий подрібнений напівфабрикат, залежно від прийнятої технологічної схеми, призначений для подальшого подрібнення або у вовчку, вовчку-мішалці, кутері, емульситаторі або для змішування у фаршмішалці.



Рис. 1.29. Вовчок-дробарка Seydelmann GW 300

Пропоновані на ринку м'ясопереробного устаткування моделі вовчків-дробарок істотно відрізняються своєю конструкцією і принципом роботи. Так подрібнення заморожених блоків у всіх моделях реалізується в дві стадії:

- попереднє подрібнення блоку;
- подрібнення отриманих шматків до стану крупного м'ясного шроту.

Проте процес попереднього подрібнення блоку може бути реалізований по-різному:

- за допомогою зубчастої фрези, встановленої в бункері вовчка;
- за допомогою дискової двовальцевої дробарки;
- за допомогою подавального шнека, що має підвищену міцність і різальну кромку на витках;
- за допомогою універсального шнека, початкова частина якого має різальну кромку, а нагнітаюча частина ефективно транспортує шматки до різального комплексу вовчка.

Нижче приведений опис конструкцій вовчків-дробарок, що реалізують вказані способи подрібнення м'ясних блоків.

Вовчок-дробарка *Karl Schnell Kombiwolf Typ 445* призначений для подрібнення як заморожених м'ясних блоків, так і свіжого м'яса (рис. 1.30).

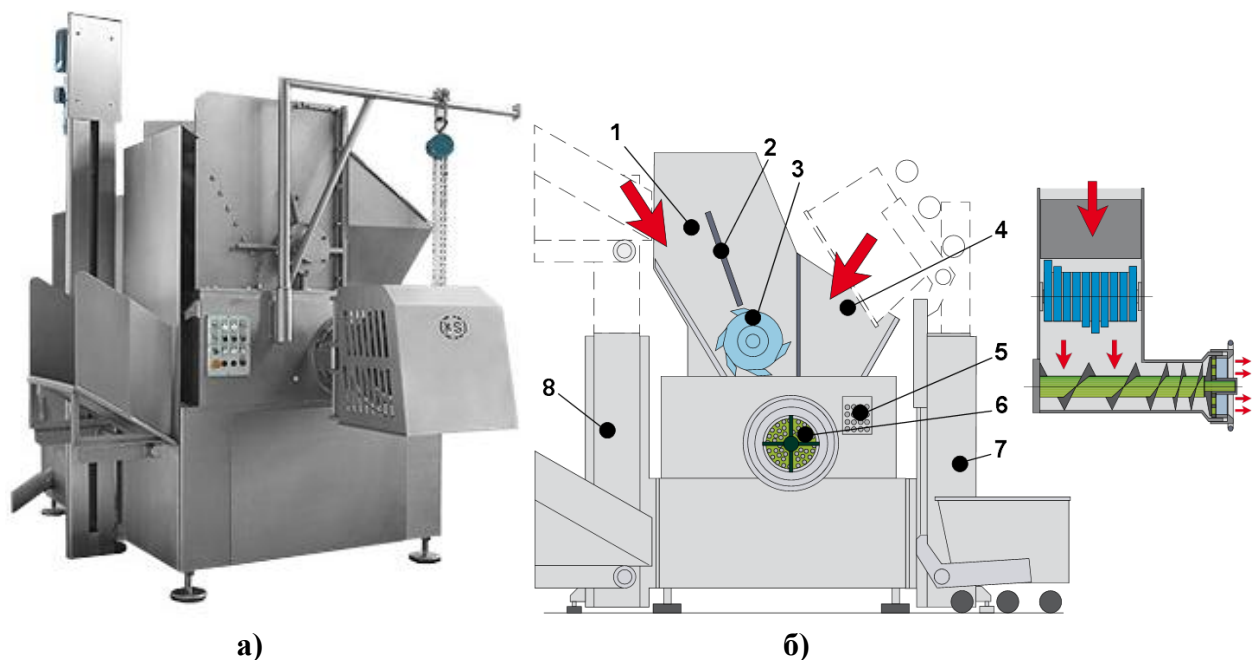


Рис. 1.30. Вовчок-дробарка *Karl Schnell Kombiwolf Typ 445*:

а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – схема подрібнення сировини:

**1 – бункер подачі заморожених блоків; 2 – регульована направляюча планка;
3 – вал блокорізки; 4 – бункер подачі свіжого м'яса; 5 – панель управління; 6 – робочий шнек і різальний механізм вовчка; 7 – підйомник для свіжого м'яса; 8 – підйомник для замороженого м'яса**

Особливістю вовчка є конструкція вузла дроблення заморожених блоків – блоки попередньо подрібнюються за допомогою обертового зубчастого ротора блокорізки, який розташований в середній частині бункера. Причому бункер розділений на дві частини – для завантаження мороженої сировини і для завантаження сировини охолодженої, завдяки

чому при зміні виду сировини машина може продовжувати працювати без заміни її робочих органів і без пошкодження сировини зубчастим ротором.

Іншою особливістю конструкції є роздільний привід робочого шнека і ножового валу вовчка, а також – їх зустрічне обертання (вал, на якому встановлюються ножі вовчка, проходить крізь порожнистий робочий шнек, причому вал і шнек приводяться в дію від індивідуальних приводів). Таке виконання різального вузла дозволяє набути важливої технологічної властивості – можливості зміни ступеню подрібнення сировини без заміни решіток і без зупинки машини. Інші відомі конструкції вовчків, представлених на ринку, не володіють такою властивістю.

Технічні характеристики вовчка-дробарки *Kombiwolf Typ 445*: діаметр решіток – 400 мм, ширина зубця блокорізки – 44 мм, продуктивність по мороженій сировині – 10000 кг/год, продуктивність по охолодженій сировині – 25000 кг/год, потужність приводу блокорізки – 45 кВт, потужність приводу робочого шнека – 25 кВт, потужність приводу ножового валу – 78 кВт.

Вовчок-дробарка *Laska WWG 2062* призначений (рис. 1.31) для подрібнення заморожених до -25°C м'ясних блоків, що мають максимальний габарит 600×380 мм. Блоки подрібнюються двороторною ножовою дробаркою, кожен ротор якої містить 16 дисків, що мають по 2 зубці кожен. При обертанні роторів утворюються різучі пари між зубцями одного ротора і бічними поверхнями дисків (западинами) іншого ротора. В результаті подрібнення утворюються шматки замороженого м'яса розміром $80 \times 40 \times 35$ мм.

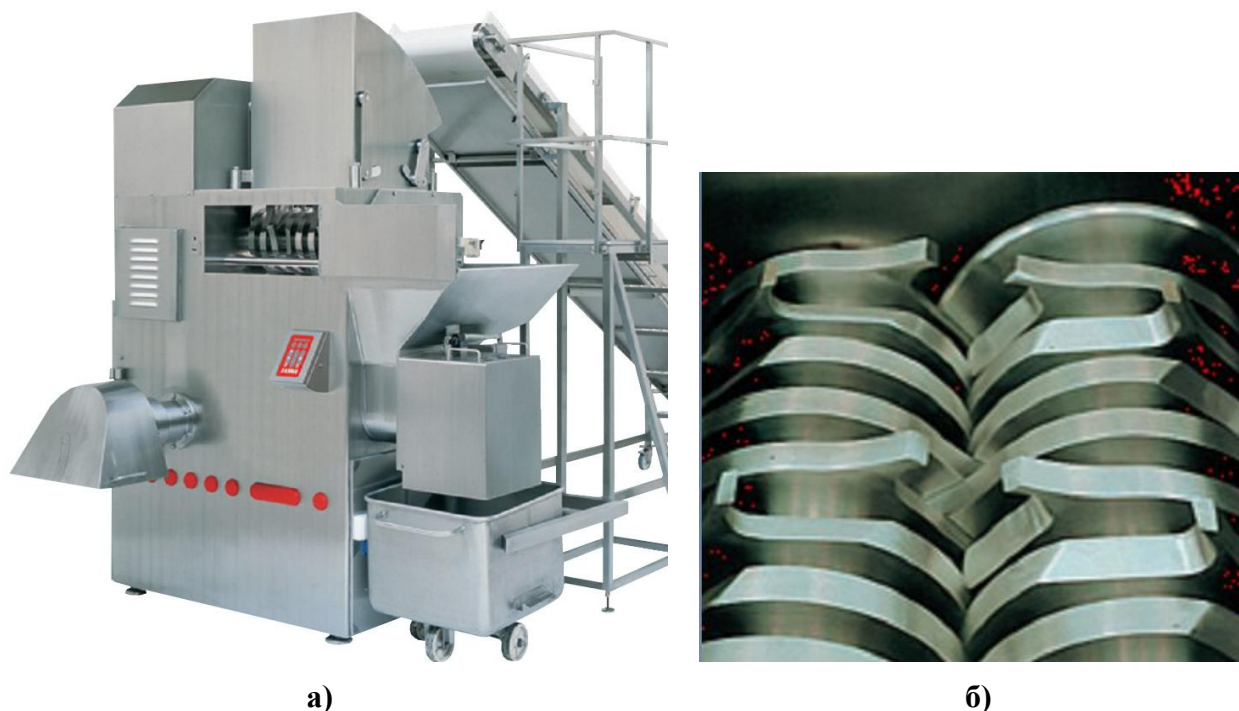


Рис. 1.31. Вовчок-дробарка *Laska WWG 2062* :

а) – зовнішній вигляд машини; б) – робочі органи дискової ножової дробарки

Двохроторна дробарка встановлюється в бункері вовчка і має подавальний шнек, який може подавати подрібненні шматки блоку як до робочого шнека вовчка, так і до вивантажувального фланця дробарки. Таким чином, машина може працювати як вовчок-дробарка і як власне дробарка заморожених м'ясних блоків. Вивантажувальний отвір дробарки відкривається за допомогою гідроприводу.

Машина може оснащуватися різальним комплектом для м'якої м'ясної сировини, сепараторним різальним комплектом і механізмом завантаження з гідроприводом. Діаметр решіток вовчка – 200 мм, потужність приводу дробарки – 22 кВт, потужність приводу робочого шнека – 45 кВт.

Проте слід зазначити, що вовчки-дробарки, які мають модуль подрібнення блоків, на зразок машин, що представлені на рис. 1.30 і 1.31, останнім часом широкого поширення у практичному використанні не набувають. Причиною тому є відсутність універсальності у виконанні технологічних операцій (такі машини призначені, в основному, для подрібнення мороженої сировини). Той же час машини з подрібнюючим подавальним шнеком придатні і для подрібнення м'якої м'ясної сировини (рис. 1.32÷1.43).

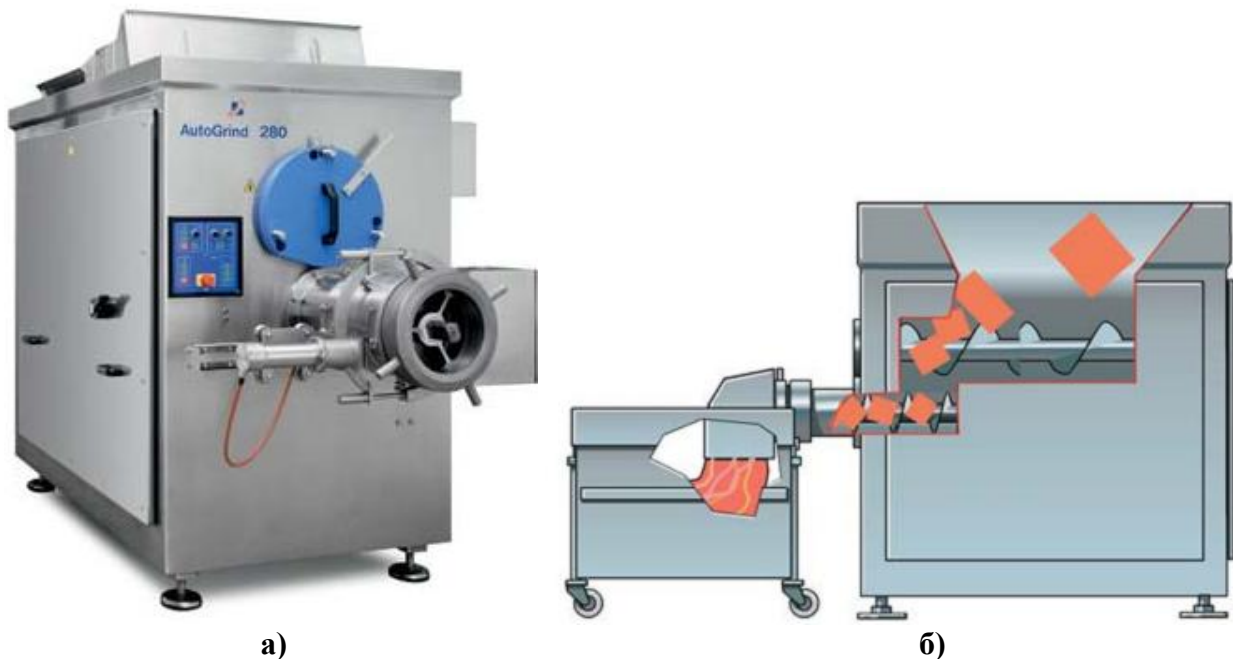
Беззаперечною перевагою застосування двохроторного типу подрібнювача є можливість створення вовчка-дробарки достатньо малого типорозміру (із решітками зовнішнього діаметру 160 мм та 200 мм), чого не можливо досягти при використанні шнека, який подрібнює. Це дозволяє використовувати в технологічному ланцюзі лише 1 машину для подрібнення м'ясних блоків до стану фаршу, а не дві, що суттєво зменшує капіталовкладення, необхідну виробничу площу, енерговитрати та спрощує технічне обслуговування.

Вовчки-дробарки *CFS AutoGrind*, які виготовляються підрозділом *Convenience-Food Technologies* групи компаній *GEA*, так само відносяться до універсального устаткування (рис. 1.32).

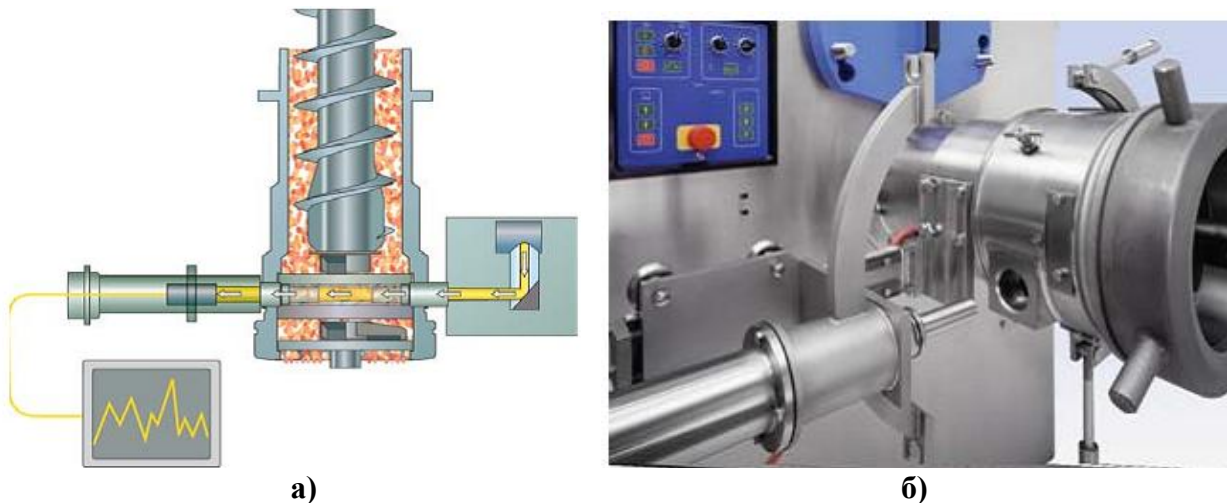
Вони подрібнюють і охолоджене, і заморожене до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ м'ясо без попереднього нарізання. Подавальний шнек в цих моделях одночасно виконує функцію подрібнення - він розбиває блоки, що мають розмір до $400\times 400\times 200$ мм, і транспортує фрагменти до робочого шнека. Горловина подавального шнека легко виймається з посадочного місця для миття. Робочий шнек транспортує і притискає м'ясо до різальної поверхні ножового комплекту. Різальний комплект має діаметр 280 мм. Швидкість подачі сировини може регулюватися плавно або ступінчасто. Функція реверсу робочого шнека допомагає уникнути його заклинювання.

Особливістю конструкції вовчка є застосування такого піонерського технічного рішення, як система онлайн-аналізу вмісту жиру *MasterTrack* (рис. 1.33). Її використання дозволяє оперативно визначати вміст жиру в м'ясній сировині і таким чином стандартизувати показники фаршу згідно

прийнятої рецептури продукту, що виготовляється. Аналізатор *CFS MasterTrack* аналізує свіжешу або заморожену сировину з однаковою точністю (похибка менше 1%). Отримані данні можуть використовуватись системою керування виробництвом для підвищення ефективності виробничого процесу, для статистичного аналізу, а також при розробці рецептури.



а) б)
Рис. 1.32. Вовчок-дробарка *CFS AutoGrind* :
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – схема подрібнення сировини



а) б)
Рис. 1.33. Аналізатор жиру *CFS MasterTrack*:
а) – схема роботи аналізатору; б) – монтаж приймача рентгенівського випромінювання на горловину вовчка

Принцип роботи аналізатора полягає в тому, що рентгенівське випромінювання пропускається через зону попереднього подрібнення (приймальні решітки вовчка) при подачі крізь неї свіжого або замороженого м'яса. Приймач випромінювання на протилежній стороні

різального вузла реєструє чи пройшли промені через нежирне або жирне м'ясо. Мікроконтролер безперервно аналізує сигнали для видачі даних про вміст жиру в м'ясі, а також визначає процентний вміст нежирного м'яса у всій партії. На результати показань не здійснює вплив процентне співвідношення замороженого і свіжого м'яса в сировині.

Модуль *CFS MasterTrack* кріпиться на вихідну частину корпусу шнека вовчка *CFS AutoGrind*. Модулі генератора і детектора рентгенівського випромінювання встановлені на напрямних, завдяки чому аналізатор жиру можна зняти і санітарно обробити без від'єднання живлячого кабелю. Встановлення та зняття різального комплексу не складніші у порівнянні зі стандартним вовчком.

Керування роботою аналізатору жиру здійснюється за допомогою сенсорного екрану, який забезпечує інформацію про завантаження сировини, а також процентний вміст жирного та нежирного м'яса. Під час автоматичного запуску машини виконується функціональний тест, пробна робота і самодіагностика. Додаткове програмне забезпечення включає систему дистанційного моніторингу для контролю за аналізатором через ПК за допомогою мережі *INTERNET*, і моніторингу, реєстрації, документування, друку і архівації вимірів відповідно до вимог системи *HACCP*.

Продуктивність вовчка-дробарки при подрібненні заморожених м'ясних блоків складає 4000÷8000 кг/год, а при подрібненні м'якої м'ясної сировини – 4000÷22000 кг/год. Привод робочого шнека - двошвидкісний, потужністю 48/66 кВт, привод подавального шнека – також двошвидкісний, потужністю 6,4/8 кВт.

Вовчок-дробарка *Karl Schnell Automatenwolf V250* (рис. 1.34) має схожу з попередньою моделлю конструкцію – подрібнюючий подавальний шнек розташовується над робочим шнеком, паралельно до нього.

Основною відмінністю є конструкція подавального шнека – витки в зоні захоплення м'ясних блоків мають пази і додатково оснащені вставними різальними елементами. Така конструкція подавального шнека дозволяє почати дроблення м'ясного блоку не в зоні подачі до робочого шнека, а ще в зоні захоплення м'ясного блоку в бункері, що підвищує продуктивність машини. Іншою важливою відмінністю є застосування частотного перетворювача в стандартній комплектації приводу, завдяки чому можливо безступінчасто змінювати частоти обертання робочого і подавального шнеків.

Технічні характеристики вовчка наступні: діаметр різального комплексу – 250 мм, об'єм бункера – 400 л, потужність приводу робочого шнека – 55/75 кВт, потужність приводу подавального шнека – 4 кВт.



а) б)
Рис. 1.34. Вовчок-дробарка *Karl Schnell Automatenwolf V250*:
а) – зовнішній вигляд вовчка-дробарки; б) – робочі органи вовчка

Вовчок-дробарка *CFS PowerGrind* має діаметр різального вузла 280 мм (рис. 1.35). Подрібнення заморожених м'ясних блоків з температурою до -25°C також здійснюється в дві стадії – подавальним шнеком і різальним вузлом вовчка.



а) б)
Рис. 1.35. Вовчок *CFS PowerGrind*:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – горловина різального вузла

Основною відмінністю конструкції даної машини від вовчків *CFS AutoGrind* є виконання горловини різального вузла і опорного фланця

подавального шнека відкидними, встановленими на поворотних тягах. Така конструкція суттєво спрощує і полегшує експлуатацію машини – санітарна обробка всіх робочих поверхонь проводиться в короткий термін, з мінімальними витратами праці і максимальною ефективністю. В той час раніше очищення внутрішньої поверхні робочого циліндра, що має спіральні ребра, викликало певні труднощі.

Продуктивність вовчка-дробарки складає 5500÷8500 т/год при подрібненні мороженої сировини і 7000÷28000 т/год при подрібненні м'якої м'ясної сировини. Об'єм завантажувального бункера – 600 літрів.

Вовчок-дробарка *LASKA SuperGrinder WWB 300* (рис. 1.36) має дещо іншу, порівняно з попередніми моделями, конструкцію. Головна відмінність полягає в тому, що подрібнюючий подавальний шнек розташовується під прямим кутом до робочого шнека. Це дозволяє отримати таке компонування машини, при якому вона більш компактна і зручна в обслуговуванні.

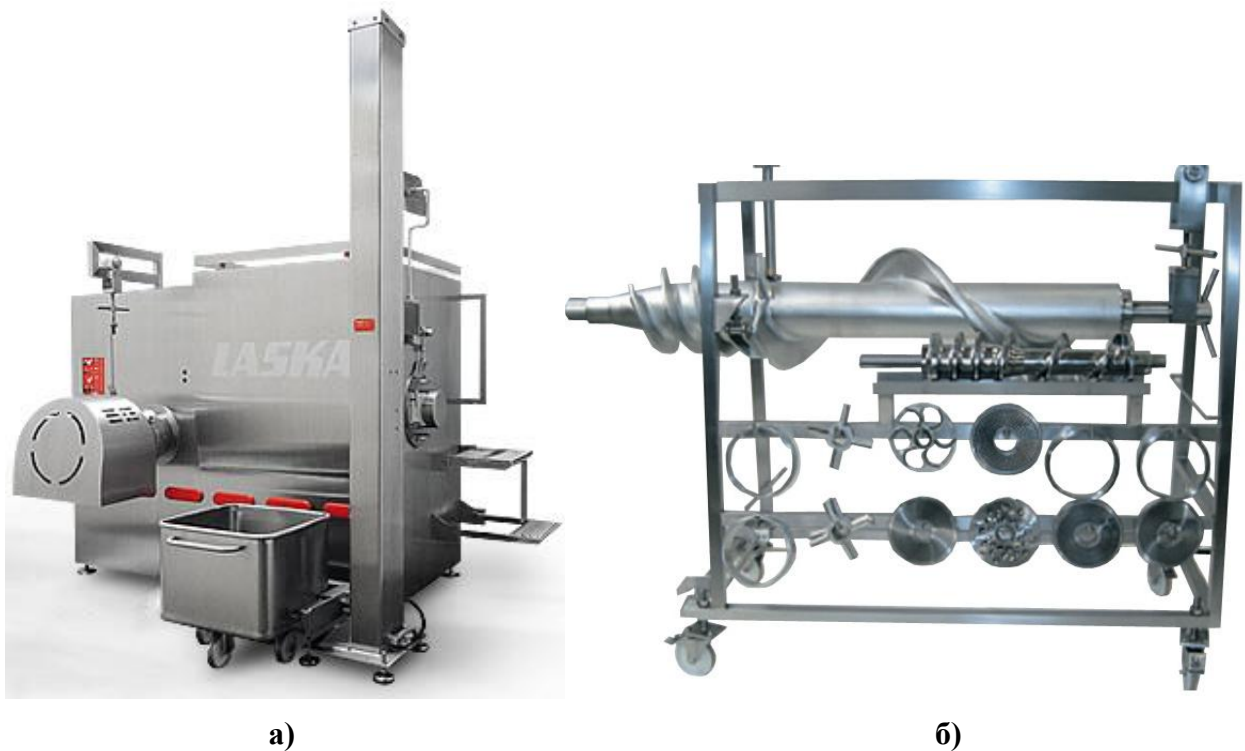


Рис. 1.36. Вовчок-дробарка *LASKA SuperGrinder WWB 300* :
а) – зовнішній вигляд вовчка-дробарки; б) – робочі органи вовчка

Вовчок призначений для подрібнення заморожених блоків з максимальним розміром 1000×600×300 мм, а також і для подрібнення парного або охолодженого м'яса. Заморожені м'ясні блоки можуть подрібнюватися до шматків розміром 3 мм, при цьому подавальний шнек виконує попереднє подрібнення (розламування) блоків, а різальний комплект виконує остаточне подрібнення.

Для замороженої сировини застосовується наступний різальний комплект: приймальна решітка, 2 ножі, проміжна і вихідна решітка з

отворами діаметром 5, 8, 13, 20 мм. При заміні різального комплекту можлива переробка і свіжої або охолодженої сировини (використовуються приймальна решітка, 2 ножі, проміжна і вихідна решітка з отворами діаметром 3, 5, 8, 13 мм). В цьому випадку заміна шнеків не потрібна – вони подають м'яку сировину без її пошкодження. При роботі з м'якою сировиною можливе також використання жилувального різального комплекту, при цьому діаметр отворів проміжної решітки складає 8 мм, а вихідної решітки – 2,5 мм.

Конструкція приводу передбачає автоматичне регулювання частоти обертання подавального шнека залежно від силового навантаження на елементи приводу. Технічні характеристики вовчка-дробарки наступні: діаметр різального комплекту – 300 мм, потужність приводу робочого шнека – 132 кВт, частота обертання робочого шнека – 136 хв^{-1} , потужність приводу подавального шнека – 22 кВт, частота обертання подавального шнека – до 30 хв^{-1} . Вовчок може комплектуватись як щогловим завантажувальним пристроєм, так і конвеєром безперервної дії.

Вовчок-дробарка CFS MaxiGrind HD (рис. 1.37) представляє той тип машин, які мають ще більш прогресивну конструкцію, аніж моделі, описані вище. Як було зазначено, попереднє подрібнення блоку на шматки у вовчку-дробарці може здійснюватися різними способами і, відповідно, при різному конструктивному виконанні машини.

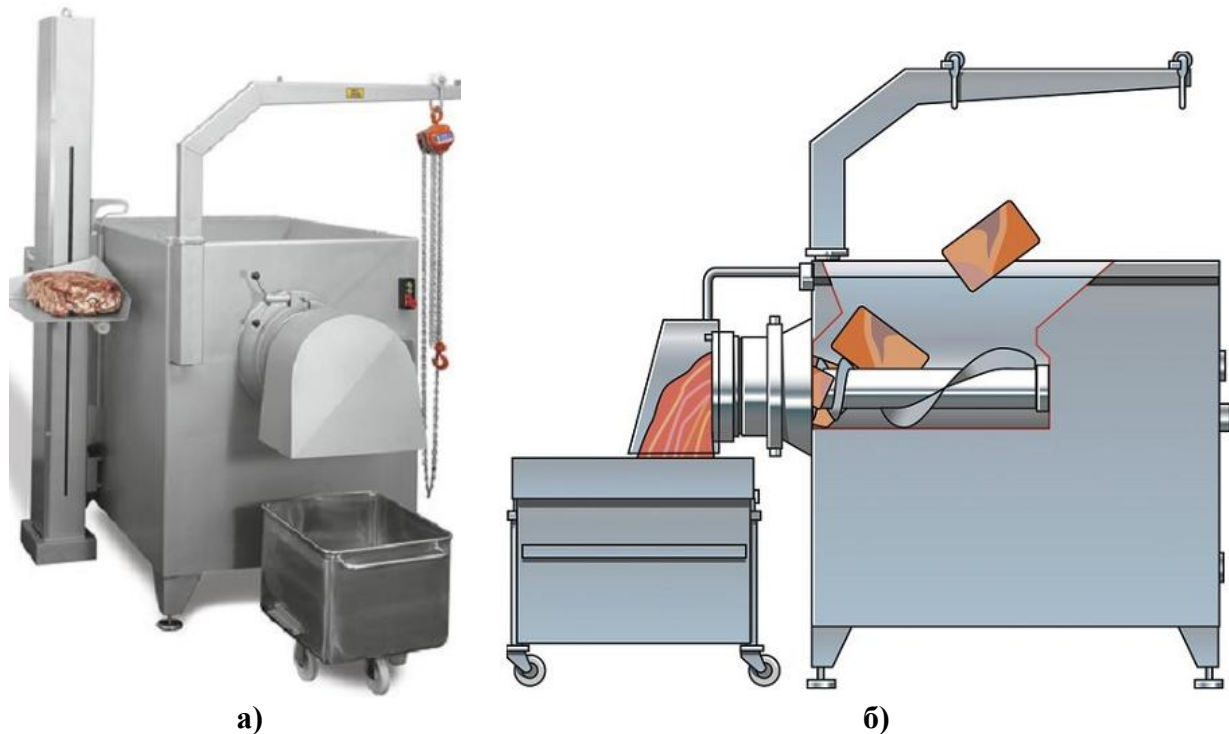


Рис. 1.37. Вовчок-дробарка CFS MaxiGrind:

а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – схема подрібнення заморожених м'ясних блоків

Подрібнення блоку можливе за допомогою спеціалізованого пристрою – дробарки з робочими органами тієї або іншої конструкції.

Проте більш раціональним слід визнати застосування модифікованих елементів самого вовчка – подавального шнека, що має підвищену міцність і витки із загостреними ребрами. У цьому сенсі конструкція вовчка *CFS MaxiGrind HD* є наступним кроком у вдосконаленні процесу подрібнення заморожених м'ясних блоків.

Конструкція машини містить лише один шнек – робочий, який виконує і функції подрібнюючого подавального шнека і функції власне шнека робочого. Шнек має оригінальну конструкцію (рис. 1.38), захищену патентом: захоплююча частина шнека має 1 виток великого кроку, ребро якого виконане загостреним, ця захоплююча частина виконує функцію захоплення м'ясного блоку і його попереднього подрібнення. Нагнітаюча частина шнека має 6 витків постійного кроку, вона виконує функції транспортування шматків м'ясного блоку в робочому циліндрі і нагнітання сировини крізь різальний комплект вовчка. Виконанню цих вимог сприяє значний діаметр шнека (використовуються решітки діаметром 400 мм).



а) б)
Рис. 1.38. Конструкція універсального робочого шнека вовчка-дробарки *CFS MaxiGrind*:

а) – зовнішній вигляд шнека; б) – процес подрібнення сировини витком шнека

Застосування такої схеми подрібнення заморожених блоків дозволяє отримати наступні переваги:

- спрощення конструкції і зменшення вартості машини за рахунок виключення габаритного і масивного подавального шнека, його підшипникових опор і приводу;
- зменшення габаритів машини і використовуваної виробничої площі;
- спрощення і зменшення часу підготовки вовчка до роботи і його санітарної обробки.

Технічні характеристики вовчка наступні: діаметр різального комплексу – 400 мм; продуктивність - 6÷15 т/год (при подрібненні блоків з температурою до -18°C) і 4÷8 т/год (при подрібненні блоків з температурою до -25°C); об'єм бункера – 680 л; розмір подрібнюваних блоків – до 3105×2130×2005 мм; потужність приводу робочого шнека – 90÷130 кВт.

Вовчок-дробарка Seydelmann GX 400 призначений для подрібнення замороженого м'яса в блоках з температурою до -25°C крізь решітки діаметром 400 мм (рис. 1.39). Він також, як і вовчок *CFS MaxiGrind HD*, має 1 шнек, який є універсальним: подрібнювальним і робочим. При цьому м'ясні блоки в бункері притискаються до шнека спеціальними штовхачами, що приводяться в дію від гідроприводу. Робочий шнек своїми подовженими затилованими витками (із загостреною ріжучою кромкою) за один оберт знімає із замороженого блоку шар м'яса завтовшки близько 8 мм. Отримані подрібнені шматки подаються робочим шнеком до різального комплексу, де відбувається остаточне подрібнення. При цьому використовуються вихідні решітки з крупними отворами (15 мм і більше). При використанні спеціального шнека можливе подрібнення на вовчку-дробарці і парного і охолодженого м'яса. При цьому можливе використання вихідних решіток з отворами діаметром до 3 мм. Продуктивність вовчка *GX 400* при подрібненні блоків з максимальним розміром $900 \times 500 \times 200$ мм складає, залежно від діаметру отворів вихідної решітки, до 12000 кг/год.



Рис. 1.39. Вовчок-дробарка *Seydelmann GX 400*

Висока продуктивність вовчка-дробарки досягається в результаті застосування у складі приводу спеціального перетворювача обертового моменту, який регулює швидкість обертання живлячого шнека залежно від величини опору подрібнюваної маси м'яса. Ця швидкість змінюється включенням обгінної муфти, що дозволяє запобігти пошкодженню двигуна і значно знизити питомі витрати електроенергії на подрібнення м'яса. В разі перенавантаження робочого шнека, наприклад, унаслідок

попадання в нього чужорідного тіла, пристрій захисту від блокування оберігає двигун від пошкоджень. Потужність приводу вовчка – 140 кВт.

У конструкції вовчка-дробарки передбачені рішення, що дозволяють підвищити зручність обслуговування машини. Байонетне з'єднання гайки-маховика сприяє швидкій заміні різального комплекту і підвищує довговічність різбового з'єднання. Застосування гідроприводу в механізмі виштовхування робочого шнека дозволяє значно полегшити санітарну обробку машини і заміну різального комплекту. Елементи керування розташовані на пульті управління в наочному для оператора порядку і відповідають ергономічним вимогам. Символіка функцій машини, яка легко запам'ятовується, спрощує керування і значною мірою виключає помилки під час роботи.

Механічне зношування робочого циліндра, виготовленого з нержавіючої сталі, істотно зменшене завдяки спеціальному загартуванню внутрішніх поверхонь корпусу. Корпус машини і робочі органи виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі. Гострі кути і місця з'єднання елементів конструкції закруглені, поверхні машини поліровані, завдяки чому санітарна обробка проводиться швидко і ефективно.

Завантаження сировини в бункер проводиться за допомогою електромеханічного щоглового завантажувального пристрою, що використовує 200-літрові завантажувальні візки. За бажанням клієнта, як завантажувальний пристрій, може бути використаний пересувний конвеєр з похилою пластиковою стрічкою. Правильне положення заморожених м'ясних блоків на конвеєрі гарантується напрямними елементами, а також приладом контролю висоти м'ясних блоків. Такий конвеєр більш повно сприяє інтеграції вовчка-дробарки в повністю автоматизовану технологічну лінію.

Вовчок-дробарка *MaDo GIGANT MEW 734* також призначений для подрібнення заморожених м'ясних блоків. При цьому забезпечено можливість подрібнення блоків із температурою до -25°C , а також, на відміну від багатьох, і свіжої свині шкірки крізь вихідну решітку із отворами діаметром 3 мм. Причому слід зазначити, що машина також має лише 1 шнек.

Можливість застосування таких вкрай мілких отворів вихідної решітки (як для вовчків-дробарок) досягається за рахунок створення додаткової нагнітальної спроможності робочого шнека, конструкція якого також запатентована. На рис. 1.41 представлено зовнішній вигляд робочого шнека і деталі різального комплекту, а також наведено схему подрібнення замороженої м'ясної сировини.

Підвищення нагнітального тиску досягається використанням збільшеного діаметру валу шнека в зоні робочого циліндру та зменшеної висоти витків шнека в цій зоні. Як відомо, шнеки із великим радіусом обертання та із малою висотою витків володіють підвищеною

нагнітальною здатністю і якнайкраще підходять для пресування сировини. Такий тип шнеків використовується, в тому числі, в зернових шнекових екструдерах, в робочій камері яких створюються тиски порядку 50 атм.

Як видно з рис. 1.41, б, попереднє подрібнення м'ясного блоку здійснюється загостреним витком в зоні захоплення сировини в бункері (на зразок вовчків *CFS MaxiGrind* та *Seydelmann GX 400*). Після цього отримані шматки сировини під підвищеним тиском нагнітаються в різальний комплект вовчка, де і проходять декілька стадій подрібнення. Залишається додати, що поряд з цим, забезпечено можливість подрібнення свіжого м'яса без заміни робочих органів.



Рис. 1.40. Вовчок-дробарка *MaDo GIGANT MEW 734*

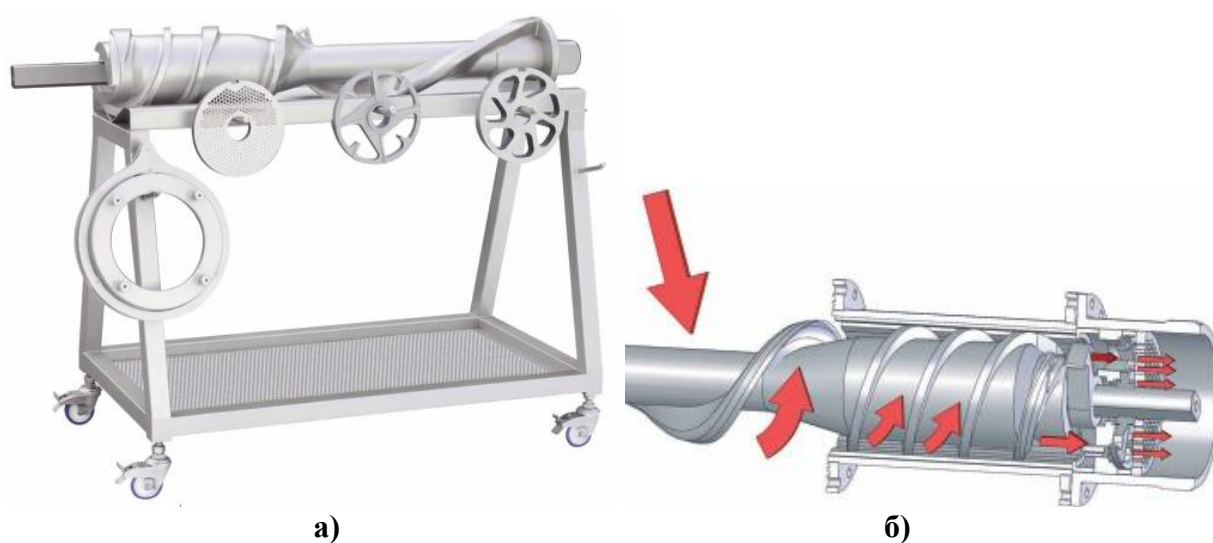


Рис. 1.41. Робочі органи вовчка-дробарки *MaDo GIGANT MEW 734*:

а) – зовнішній вигляд робочого шнека та різального комплексу; б) – схема процесу подрібнення сировини робочим шнеком та різальним комплектом

Технічні характеристики вовчка *GIGANT MEW 734* наступні: діаметр різального комплексу – 400 мм; потужність приводу робочого шнека – 127 кВт; частота обертання робочого шнека – максимально 35 хв⁻¹; місткість бункера – 500 л; продуктивність – 9000 кг/год для замороженої м'ясної сировини і 36000 кг/год для свіжої м'ясної сировини; вага машини – 3100 кг.

Вовчок-дробарка *CFS UniGrind* є машиною, цікавою з точки зору технологічних можливостей і застосованих конструкторських рішень (рис. 1.42, 1.43). У конструкції машини застосовані найбільш передові технічні рішення сучасних вовчків-дробарок.

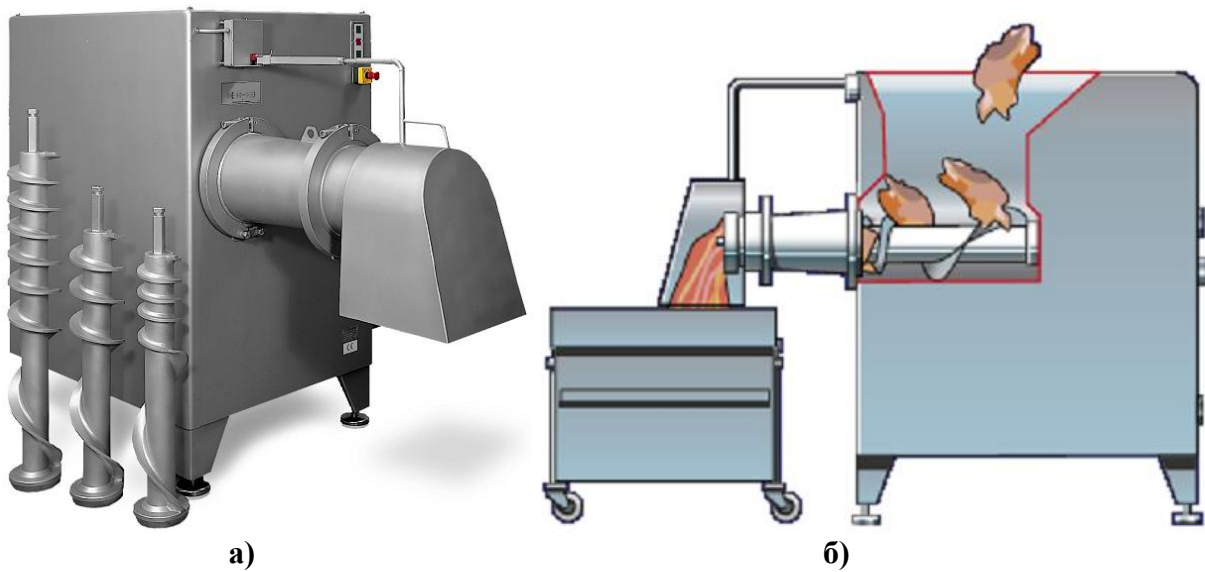


Рис. 1.42. Вовчок-дробарка *CFS UniGrind*:
а) – зовнішній вигляд вовчка; б) – схема подрібнення розморожених м'ясних блоків

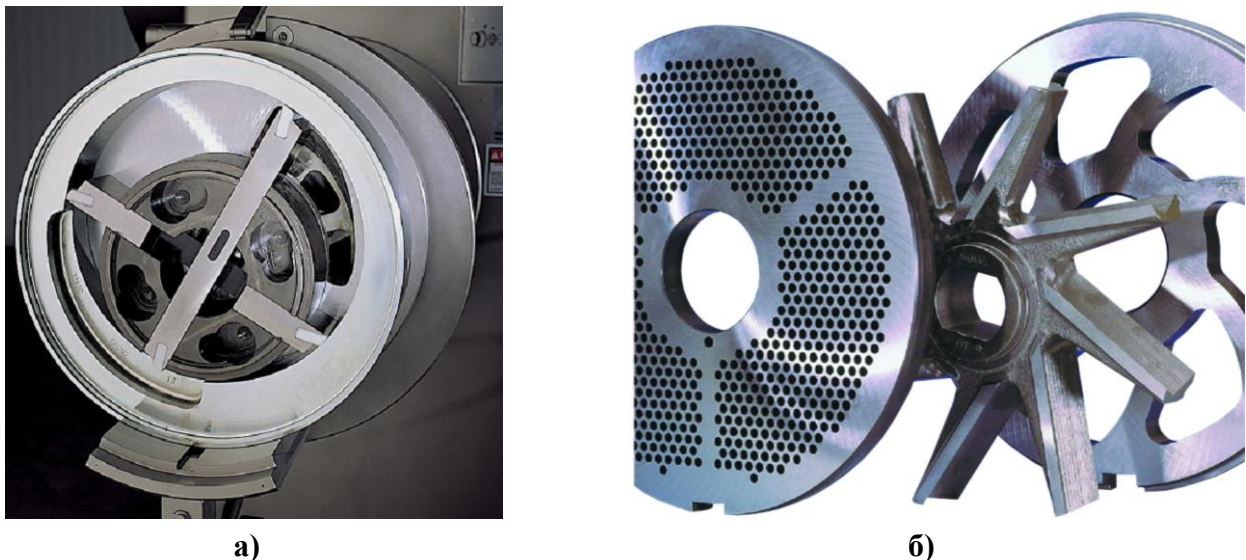


Рис. 1.43. Вовчок-дробарка *CFS UniGrind*:
а) – вбудований лопатевий насос *CintiFlow*; б) – деталі різального комплексу

Вовчок призначений для подрібнення роздобріваних заморожених м'ясних блоків, дефростованих (що пройшли попереднє розморожування)

блоків і парного м'яса з досягненням високого ступеня подрібнення (використовуються вихідні решітки з отворами до 3 мм).

У раніше відомих конструкціях вовчків-дробарок можливість дрібного подрібнення реалізована не була. Причиною того є великий гідравлічний опір руху м'яса в дрібних отворах, які мають велику довжину, тобто - в дрібних отворах решіток великої товщини. Як відомо, товщина решіток у вовчках-дробарках виконується значною, оскільки для проходження крупних шматків подрібненого м'ясного блоку необхідно мати різальний вузол великого діаметру. Тому необхідно дотримувати задану механічну жорсткість решіток великого діаметру. Підвищення жорсткості решіток досягається збільшенням їх товщини, що, у свою чергу, призводить до збільшення гідравлічного опору отворів. В такому разі робочий шнек, розташований в робочому циліндрі, не в змозі подолати підвищений гідравлічний опір різального вузла і робота машини стає неможливою.

З метою подолання великого опору отворів малого діаметру в конструкції вовчка-дробарки *CFS UniGrind* застосовано наступне технічне рішення – в різальному вузлі, між першою і другою парами «ніж-решітка», розміщено об'ємний лопатевий ексцентриковий насос *CintiFlow*, ротор якого насаджений на палець робочого шнека. Сировина, після попереднього подрібнення першою парою «ніж-решітка» лопатевим насосом нагнітається під підвищеним тиском у вихідну решітку і остаточно подрібнюється. У результаті забезпечується надійна і високопродуктивна робота вовчка-дробарки навіть при використанні вихідної решітки з дрібними отворами.

Машина виготовляється у двох виконаннях – з діаметром різального комплексу 200 і 250 мм, відповідно при цьому продуктивність машини складає 1,5÷6 або 4÷12 т/год.

Вовчки-бланширувальники застосовують в консервному виробництві [16]. Всеросійським науково-дослідним інститутом м'ясної промисловості розроблено пароконтактний вовчок-бланширувальник Я8-ФП2-П/1 для використання в технологічній лінії виготовлення паштетних і фаршів консервів (рис. 1.44).

Як відомо, бланширування - це короткочасне варіння м'яса в паровому середовищі до неповної кулінарної готовності. Сировина, після подрібнення різальним комплектом вовчка 1, під дією його робочого шнека подається в камеру бланширування 2, яка являє собою теплообмінник типу «труба в трубі». Сировина рухається у внутрішній трубі камери бланширування 2, а в теплову сорочку подається водяна пара через патрубок 4. В процесі безперервного руху сировини уздовж камери бланширування відбувається його попередня теплова обробка.

Застосування вовчка-бланширувальника дозволяє збільшити продуктивність технологічної лінії, зменшити сумарну вартість

1.3 Види конструкцій різального комплексу

технологічного устаткування, зменшити займану виробничу площу і спростити обслуговування комплексу обладнання.

Вовчки-варильники призначені для подрібнення жировмісної сировини і плавлення її паром. При обігріві гострою паром корпус варильника має зовні теплоізолятор і колектор, через який гостра пара подається безпосередньо в подрібнений продукт. Продукт переміщується шнеком і нагрівається до 50-55°C.

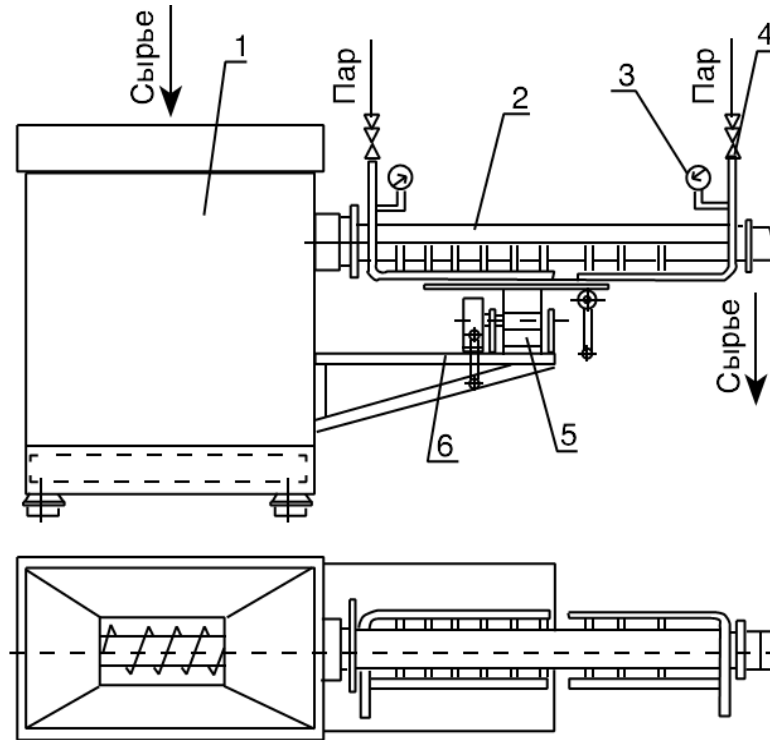


Рис. 1.44. Пароконтактний вовчок-бланширувальник Я8-ФП2-П/1:
1 – вовчок; 2 – камера бланширування; 3 – манометр; 4 – вентиль;
5 – механізм переміщення; 6 – опорна рама

В цілому, можна відзначити, що використання сучасних конструкцій вовчків підвищує продуктивність технологічних ліній, економить електроенергію і виробничі площі, сприяє підвищенню якості м'ясної продукції, що виготовляється.

1.3 Види конструкцій різального комплексу

Подрібнення м'яса у вовчку супроводжується стисканням сировини, її зминанням, зрізом, зсувом і т. ін. Визначення оптимальних конструкцій і режимів роботи робочих органів вовчка можливо лише на основі даних про взаємозв'язки і взаємодію вказаних процесів.

Послідовність обробки сировини у вовчку така. Після завантаження сировини починається її нагнітання до різального комплексу. Транспортування сировини, яке здійснюється робочим шнеком,

супроводжується стисканням сировини, тертям її об робочі поверхні шнека і циліндра. Подальша робота вовчка залежить від тиску, що створюється в ріжучому механізмі для втискування сировини в отвори решіток. Шматочки сировини, які були втиснуті, відрізуються ножом, що обертається. Таким чином, робота різального комплексу вовчка складається з трьох основних етапів: стискання, руху м'яса крізь отвори решітки, різання ножом.

Робота, що витрачається на стискання, частково сприймається сировиною, а частково втрачається. Робота, яка сприймається сировиною, перетворюється на потенційну енергію пружної деформації і тепло пластичної деформації. У тепло переходить також і значна частка роботи тертя, що викликає нагрів м'яса і впливає на його структурно-механічні властивості. Крім того, зменшення об'єму в процесу стискання відповідним чином змінює густину м'яса, від якої залежать технологічний розрахунок і розрахунок на міцність основних елементів вовчка. При об'ємному стисканні кускового м'яса, після попередньої деформації м'яса і досягнення напруження, яке перевищує напруження зрізу, починається розділення м'яса на частки. Розміри часток відповідають діаметру отворів решітки. Одночасно з цим починається рух м'яса крізь ці отвори. Рух м'яса крізь отвори відбувається одночасно з його різанням отворами решітки.

В даному випадку ріжучий інструмент - решітка - нерухомий. Ріжучі кромки решітки - грані отворів, кут заточування яких дорівнює 90° , а різання, по виникаючих ефектах, відповідає різанню пуансоном. Дослідження міцності м'яса на зріз показали, що в діапазоні температур м'яса від плюс 10°C до мінус 15°C руйнування структури пуансоном відбувається в дві стадії. Спочатку м'язові волокна розрізаються безпосередньо різальною кромкою пуансона. Подрібнення ж з'єднувальної тканини починається у момент входу пуансона в отвір.

М'ясо, що втискується в отвори решітки, періодично відрізається обертовим ножом, це є наступний процес – різання лезом. Руйнування відбувається по лінії найбільшого напруження, коли напруження стає рівним тимчасовому опору матеріалу (межі міцності матеріалу). Робота різання витрачається на створення пружної та пластичної деформації, а потім на подолання тертя різального інструменту об матеріал, який розрізається.

У промислових вовчках обертовий рух ножів дозволяє здійснювати, в основному, лише рубаюче різання, хоча при використанні криволінійних лез частково забезпечується і ковзаюче різання.

Як видно з розгляду окремих етапів роботи вовчка, подрібнення продукту супроводжується багатьма взаємопов'язаними процесами. Зміни, які відбуваються в початковій сировині, є наслідком прикладання до неї зовнішньої механічної енергії, що підводиться через рухомі робочі органи

вовчка: шнек і ножі. Разом із вказаними вище процесами відбуваються процеси перенесення маси, імпульсу і енергії, які зв'язані між собою функціональними залежностями. Разом ці процеси впливають на фізико-механічні властивості сировини.

В цілому, зовнішня енергія витрачається за трьома напрямками: безпосередньо на подрібнення (енергія утворення нової поверхні); на процеси, що супутні подрібненню без утворення нової поверхні (енергія пружних і пластичних деформацій, енерговитрати на тертя); на процеси, які не пов'язані з подрібненням (втрати у вузлах конструкції машини, втрати на різні види деформації робочих органів, їх зношування, втрати холостого ходу і тому подібне).

Розподіл цих енерговитрат залежить від конструкції вовчка, від раціональності її виконання. Тому, враховуючи взаємозв'язок цих показників, можна передбачати зміни в роботі вовчка при зміні кожного виду енерговитрат.

Незадовільна якість подрібненої сировини (погано подрібнені жилки, перетерте, роздавлене м'ясо) пояснюється дефектами складання ріжучого комплекту вовчка, ступенем зношування деталей, якістю заточування ріжучого комплекту, припасуванням деталей комплекту [17]. Ножі, що затупились, так само як і зазори, що збільшилися, між ножем і решіткою через стирання поверхонь, призводять до того, що волокна м'яса, замість того щоб бути розрізаними, зминаються і продавлюються через отвори решітки, розриваючись і деформуючись при цьому. Клітинні оболонки руйнуються, м'ясний сік витікає і м'ясо набуває білястого кольору та в'язкої кашоподібної консистенції.

Вдосконалення конструкцій вовчків направлене по шляху створення нових робочих органів різального механізму (рис. 1.45), зміни компонування робочих органів, механізації завантаження і вивантаження сировини, автоматизації і т. ін. При цьому розробляються нові конструкції вовчків, які суміщають операції подрібнення і жилювання м'яса, перемішування, дробіння, теплової обробки.

Так наприклад [18], різальний комплект вовчка К6-ФВП-160-2 відрізняється від інших використанням (рис. 1.45, б) ножів з криволінійними лезами, виконаними з двох частин. Між лезами двох сусідніх ножів утворюються канали для проходження продукту, внаслідок чого ножі при своєму обертання не обертають сировину поміж двома решітками. Леза мають гострий кут заточування. Частота обертання ножів (500 хв^{-1}) значно більше частоти обертання робочого шнека (200 хв^{-1}). Це досягається тим, що вал, що приводить в обертання ножі, проходить усередині робочого шнека і має окремий привод. Різальний механізм вовчка встановлений в знімній гільзі і розміщений в робочому циліндрі.

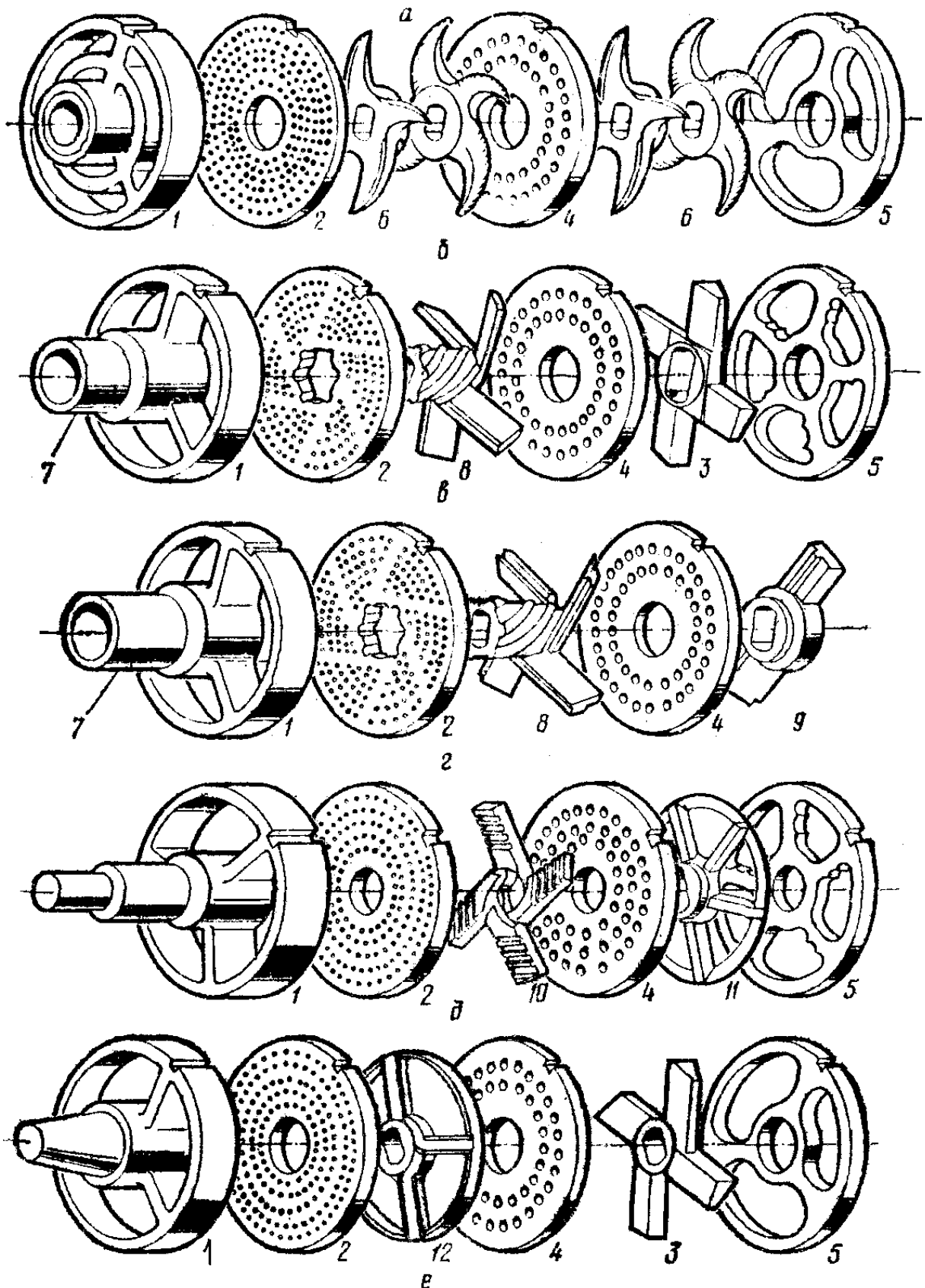


Рис. 1.45. Схеми різальних комплектів вовчків:

1 – кільце-підпора; 2 – вихідна решітка; 3 – чотиризубий ніж із прямолінійними кромками; 4 – проміжна решітка; 5 – приймальна решітка; 6 – чотиризубий ніж із криволінійними лезами; 7 – трубчаста насадка; 8, 10, 12 – жилувальний чотиризубий ніж; 9 – двозубий ніж; 11 – багатозубий ніж із силовим кільцем

Різальний механізм закріплюється і підтискається в корпусі циліндра трубчастою насадкою, яка одночасно служить для регулювання зазору між ножами і решітками і для відведення подрібненого продукту. Вихідна решітка має вид тонкого перфорованого диска завтовшки 8 мм і підтискається жорсткою підпорою з радіальними загостреними ребрами.

Спеціальна конструкція підпори дає можливість використовувати решітки зменшеної товщини. Нове конструктивне рішення полегшує умови подрібнення сировини за рахунок зниження тиску, необхідного для проштовхування продукту через решітку і дозволяє відмовитися від традиційної гайки-маховика, яка вимагає значних фізичних зусиль при встановленні.

При використанні приймальної решітки звичайної конструкції, проміжної решітки з отворами діаметром 12 мм, вихідної решітки з отворами діаметром 3 мм і чотирьох чотирирубних ножів з криволінійними ріжучими кромками (рис. 1.45, б) продуктивність вовчка К6-ФВП-160-2 досягає 6 т/год при подрібненні яловичини II сорту. Також при використанні такого компонування різального комплекту відмічені рівномірна розробка фаршу і висока його стабільність по консистенції. Температура продукту після подрібнення підвищується не більше ніж на 2—2,5° С.

Вовчки фірми «*Seydelmann*» (ФРН) мають жилувальний різальний механізм (рис. 1.45, в, г). Завдяки наявності на вихідній решітці спеціальних поглиблень (каналів), симетрично розташованих по радіусу (від центру до периметра), ніж в процесі подрібнення направляє по ним сполучну тканину. Сполучна тканина витісняється з цих каналів до центру решітки і гвинтоподібною частиною ножа виштовхується по спеціальному патрубку назовні. Таким чином, в процесі подрібнення м'яса проводиться одночасно і його жилування. Це підвищує сортність м'яса і знижує витрати ручної праці на жилування.

Найкращі результати по розділенню сировини (розмір шматочків фракції сполучної тканини $0,8 \div 3$ мм) отримані при наступному наборі робочих органів різального механізму (рис. 1.45, в): приймальна решітка з п'ятьма отворами і чотирирубний двосторонній ніж з прямолінійними ріжучими кромками; проміжна решітка з отворами діаметром 8,3—9,4 мм, чотирирубний нагнітаючий ніж гвинтоподібною форми з кутом нахилу гвинтової канавки 5° (кут між віссю гвинта і дотичною до гвинтової лінії), вихідна решітка з каналами і отворами діаметром 3,2; 1,8 або 0,8 мм.

В окремих конструкціях вовчків марки «*Seydelmann*» в різальному механізмі замість приймальної решітки встановлений дволезовий нагнітаючий ніж в комплекті з жилувальним ножом (рис. 1.45, г). При цьому леза ножа щільно прилягають до поверхні шнека і мають такий же кут нахилу, як і витки шнека; будучи як би його продовженням. Оптимальне значення кута - 34°, при цьому кут нахилу гвинтової канавки

жилувального ножа складає 36° . Застосування такого набору ножів і решіток особливо ефективно при подрібненні м'яса з великим вмістом сполучної тканини, жилок та хрящів.

Вовчок фірми «Laska» (Австрія) має різальний механізм, до складу якого входять жилу вальний пристрій і багатолезовий ніж (рис. 1.45, д). Леза ножа замкнуті по периметру силовим кільцем, що гарантує при незначній товщині лез достатню їх жорсткість. Жилувальний чотирилезовий ніж має на поверхні лез поперечні канавки, розташовані під кутом, що забезпечує подрібнення і одночасне нагнітання подрібненої сполучної тканини до центру обертання. Через осьовий отвір вихідної решітки і трубчасту насадку сполучна тканина виводиться назовні.

Вовчок WW 2000 фірми «Kraemer+Grebe» (ФРН) мають наступний механізм подрібнення і жилування (рис. 1.45, е). Жилування проводиться чотирилезовим ножем, замкнутим по периметру кільцем. Леза ножа мають форму гнутого швелера, у якого закінчення бічних полиць являються різальними кромками. Канал між кромками служить для накопичення неподрібненої сполучної тканини і інших твердих часток, які витісняються до периферії ножа і через отвір в робочому циліндрі відводяться з різального механізму. При цьому сировина проходить послідовно через приймальну решітку, чотирилезвий ніж з прямолінійними різальними кромками, проміжну решітку з отворами діаметром 10 мм, жилувальний ніж, вихідну решітку з отворами діаметром 2 мм і кільце-підпору. Сполучна тканина, що відділяється при подрібненні, знімається жилувальним ножем, відводиться після канавок ножа до периферії і, проходячи по проточці робочого циліндра, поступає через отвір у відвідний патрубок, який оснащено шиберам.

Тиск в канавках жилувального ножа, а, отже, повнота жилування і кількість м'язової тканини, що потрапляє у відходи, регулюються за допомогою шибера. Для кожного виду сировини (із різним вмістом твердих включень) індивідуально підбирається частота відкривання шибера.

При жилуванні яловичини I і II гатунків (після ручного жилування) на вовчку відділяється відповідно 14 і 18% жилок разом з частиною м'язової тканини і жиру. При жилуванні яловичини першого сорту вихід жилок складає $11 \div 12\%$, при жилуванні яловичої обрізі – 24% , а яловичини іншого сорту – 76% . Конструкція різального механізму із жилувальним пристроєм забезпечує високу якість подрібнення м'яса.

На рис. 1.46 і 1.47 представлені основні види конструкцій решіток, що застосовуються в сучасних моделях вовчків. Решітки вовчка можуть мати отвори діаметром 30; 20; 18; 13; 10; 8; 5; 4; 3; 2,5; 2 та 1,5 мм.

Як правило [19], отвори на перфорованій частині решіток розташовують по ромбічній сітці з кутами 60° і 120° (для отворів $d_0=1,6 \div 5,0$ мм). Отвори великих діаметрів розташовують по

концентричних колах. Число і крок отворів залежать від розмірів решітки і діаметру отворів (табл. 1.6).

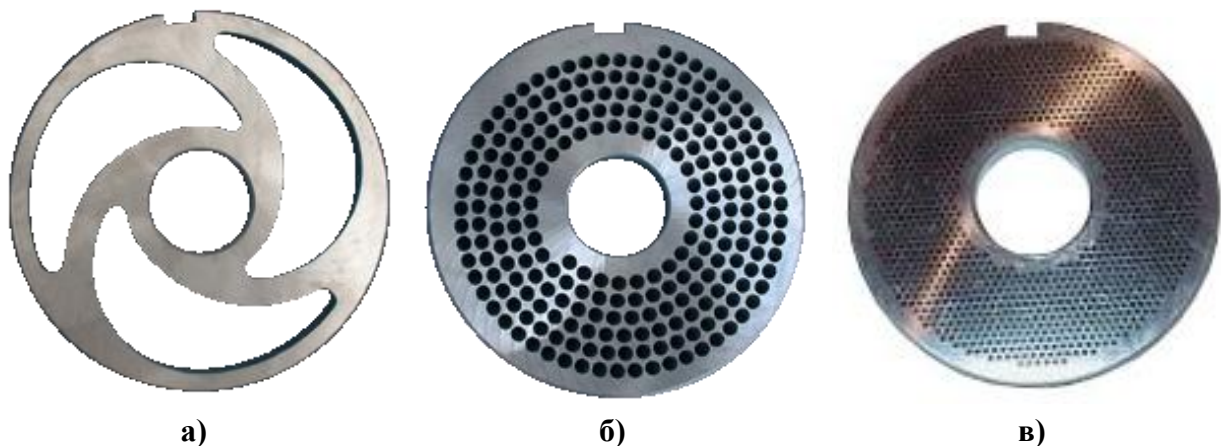


Рис. 1.46. Решітки вовчка звичайні:

а) – приймальна решітка; б) – проміжна решітка із спіральним розташуванням отворів; в) – вихідна решітка з шаховим розташуванням отворів

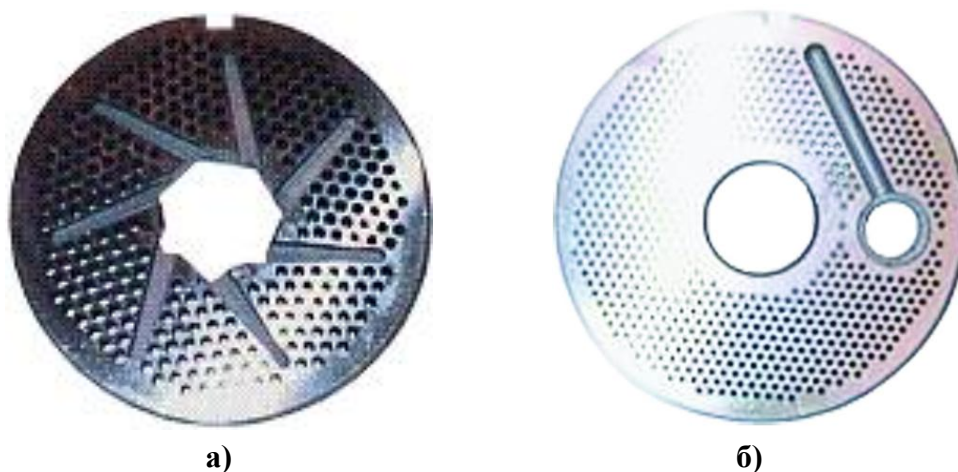


Рис. 1.47. Решітки жилувальні:

а) – решітка з осьовим відведенням твердих часток; б) – решітка з відведенням твердих часток через робочу площину

Технічні умови на обробку решіток наступні:

- матеріал решітки має бути таким, щоб забезпечувалася максимальна зносостійкість і довговічність в експлуатації, а також хороша оброблюваність різанням у відпаленому стані;
- твердість решітки має бути не нижче *HRC 60*;
- кількість отворів в решітці залежить від їх діаметру і визначає продуктивність устаткування для подрібнення м'яса; для решіток подрібнювачів типу ФФЗМ і ФФГ кількість отворів діаметром 1,6 мм має бути не менше 5280; діаметром 2,0 мм — не менше 3950; діаметром 3,0 мм — не менше 1650;
- допустима кількість отворів, що заглушені поламаним свердлом, складає для решіток з отворами діаметром 1,6 мм — 0,4 %; 2,0 мм

— 0,3 %; 3,0 мм— 0,2 %; для решіток інших типів кількість отворів вказується в кресленнях;

- відхилення від паралельності площин торців не більше 0,05 мм;
- відхилення від співвісності центрального отвору щодо зовнішнього діаметру решітки не більше 0,02 мм;
- система розташування отворів має бути такою, щоб забезпечувалась технологічність конструкції, а також було б можливим застосування автоматизованих способів обробки;
- допуск на діаметр отворів (унаслідок розбиття і відхилення розмірів свердел) повинен складати $\pm 0,1$ мм;
- шорсткість Ra поверхонь торців має бути не менше 0,63 мкм.

Таблиця 1.6 – Параметри перфорованої частини решіток із отворами малого діаметру

Типорозмір решітки (зовнішній діаметр/внутрішній діаметр, мм)	Кількість n (чисельник) і крок S (знаменник) отворів діаметром d_0 , мм			
	1,6	2,0	3,0	5,0
160/32	-	-	885/4,28	347/7,0
200/36	-	-	1417/4,27	556/6,65
220/66	-	-	1814/4,33	-
247/120	5541/2,5	4356/2,8	1672/4,2	-

При експлуатації вовчків спостерігається підвищене зношування решіток. Середня тривалість роботи решіток зі сталі У8А до переточування складає 1-2 робочих днів (при двозмінній роботі), зі сталі ХВГ — не більше 4 робочих днів; граничне зношування решіток настає через 10÷15 робочих днів.

Збільшення зносостійкості і довговічності решіток пов'язане перш за все з правильним вибором матеріалу, раціональним розташуванням отворів по робочій поверхні решітки і технологією її виготовлення, включаючи режим термічної обробки.

Для виготовлення решіток застосовують різні матеріали: інструментальні вуглецеві сталі У7, У8А, інструментальні леговані сталі 9ХС, ХВГ, конструкційні вуглецеві і леговані сталі 65Г, 30ХН3А, 40Х13, Х12М і ін.

Великий інтерес представляє група зносостійких (шарикопідшипникових) сталей типу ШХ15 і ШХ15СГ. Вони леговані недефіцитними елементами, легко піддаються обробці різанням у відпаленому стані. Після термічної обробки володіють високою ударною в'язкістю і ріжучими властивостями. У гарячому стані сталь типа ШХ15 легко кується, піддається деформації плющенням і висадкою. Сталь володіє

гарним прогартуванням, після загартування і низького відпуску має твердість до *HRC* 65.

Зносостійкість решіток із сталей ШХ15 і ШХ15СГ в 3,5÷4 рази перевищує зносостійкість решіток із сталей У8 і У8А і в 2÷2,5 рази зносостійкість решіток з дефіцитної сталі ХВГ.

Не рекомендується виготовляти решітки зі сталі типу 40ХМЮА, що піддається азотуванню і загартуванню для підвищення зносостійкості, а також із цементованої і загартованої сталі Ст3. У міру стирання поверхневих шарів решіток з таких матеріалів твердість їх знижується і різко збільшується інтенсивність зношування.

Решітки з отворами діаметром більше 6 мм отримують литвом по моделях, що виплавляються. В цьому випадку механічній обробці піддаються лише поверхні торців і зовнішній і внутрішній діаметр, отвори не обробляються. Після термічної обробки (загартування з подальшим відпуском) решітки шліфуються з двох сторін на плоскошліфувальних верстатах. Більш продуктивною є обробка решіток торцем круга на плоскошліфувальних верстатах з круглим столом і вертикальним шпинделем.

Для решіток, отвори в яких свердяться (тобто діаметром менше 5 мм), використовують поковки, а також штучні заготовки, отримані різанням листового матеріалу. Більш економічними є заготовки у вигляді точних штампвок з наскрізним центральним отвором. Застосування таких заготовок в 1,5÷2 рази підвищує коефіцієнт використання матеріалу унаслідок зменшення припусков на механічну обробку. Крім того, спрощується установка і базування деталі на першій токарній операції.

Як приклад, нижче приводиться технологія виготовлення заготовок для решіток подрібнювачів типу ФФЗМ і ФФГ із сталі ШХ15СГ. Вона полягає у виконанні наступних етапів:

- 1) осадку заготовок проводять при температурі 1050 °С до діаметру 255^{+2} і товщини 16^{+2} мм на пароповітряному молоті з масою падаючих частин 3 т;
- 2) прошивку центрального отвору діаметром 112^{-2} мм здійснюють на кривошипному пресі з масою падаючих частин 400 т. Операції осадки і прошивки проводять з одного нагріву;
- 3) виготовлені заготовки піддаються відпалюванню в електропечі типу ДТА-600 (для поліпшення оброблюваності різанням), яка має наступні температурні зони: I – 820 ± 10 °С; II – 800 ± 10 °С; III – 760 ± 10 °С; IV – 700 ± 10 °С; V – 600 ± 10 °С.

Загальний час відпалювання складає 18 годин. Твердість поковок, що відпалюються, повинна знаходитися в межах *HV* 179÷207. Мікроструктура заготовок, що відпалюються, повинна складатися із зернистого і дрібнозернистого перліту без ділянок пластинчастого перліту.

Базування і план обробки решіток відповідає обробці деталей типу дисків. Нижче приводиться типовий технологічний процес механічної обробки решіток вовчків.

Перша операція — токарно-свердлильна. Заготовка встановлюється в трьохкулачковому патроні. Чорною базою служать зовнішня циліндрова поверхня і торець. Обточується торець, свердлиться (якщо в заготовці немає прошитого при штампуванні отвору) центральний отвір. Потім заготовка переставляється і підтискається центром, обточується начорно зовнішній діаметр. Обточується другий торець, потім розсвердлюється і розточується центральний отвір з припуском під остаточне розточування після термічної обробки в межах 0,3 мм на діаметр. При цьому необхідно точно витримати паралельність поверхонь (відхилення від паралельності не повинно перевищувати 0,05 мм) торців, оскільки недотримання цих вимог ускладнює свердління отворів і сприяє збільшенню числа поломок інструменту.

Друга операція — токарна — призначена для обточування зовнішнього діаметру і фаски. На обточування встановлюють одночасно 10 заготовок.

Третя операція — фрезерна — фрезерується шпонкова канавка на горизонтально – фрезерному верстаті.

Четверта операція — свердлувальна — є найбільш трудомісткою. У мілкосерійному виробництві свердління проводиться на настільно-сверлильних верстатах з ручною подачею. Розмітка проводиться по накладному кондуктору. Для решіток з великим числом отворів малого діаметру процес свердління займає багато часу і пов'язаний із значною витратою свердел через їх поломки при ручній подачі. Оскільки точність верстата значно впливає на працездатність свердел малого діаметру і число їх поломок, то необхідно періодично перевіряти биття шпинделя і своєчасно проводити затягування регульовальних гайок. Доцільно використовувати вертикально-свердлувальні верстати підвищеної точності. Рекомендується застосовувати свердла з укороченою робочою частиною (15 мм) для підвищення жорсткості і стійкості при подовжньому вигині. По можливості виліт свердел слід зменшити.

Після термічної обробки (для сталей типа ШХ15СГ передбачається загартування з $830 \pm 10^\circ\text{C}$ в мастило і відпуск в камерній електричній печі при температурі $160 \div 175^\circ\text{C}$, протягом 3 годин) решітки шліфують з двох сторін, витримуючи розмір по товщині, а потім остаточне розточують посадочний отвір гексанітовим або ельборовим різцем, оскільки після загартування твердість решітки складає $HRC 60 \div 64$.

Ножі вовчків відрізняються великою різноманітністю конструкцій. Для того, щоб підвищити ефективність подрібнення і продуктивність машини, звести до мінімуму вплив неминучих погрешностей складання і

наслідків зношування різального комплекту, конструктори розробили різні варіанти виконання ножів.

Ножі мають декілька лез, зазвичай від 4 до 8 (рис. 1.48). Леза можуть розташовуватися радіально або з ексцентриситетом по відношенню до центру решітки. Леза криволінійної форми володіють кращою різальною здатністю і забезпечують більш високу якість різання сировини, такі ножі доцільно використовувати при подрібненні низькосортної сировини із великим вмістом з'єднувальної тканини. Різальні кромки ножів можуть розташовуватися як з однієї, так і з двох сторін ножа. Існують моделі ножів зі змінними лезами-вставками. Такі конструкції ножів дозволяють заощаджувати на купівлі різального інструменту, оскільки корпус ножа може виготовлятися із конструкційної сталі, а з легованої сталі або твердих сплавів – лише різальні вставки, які мають малу металоємність.

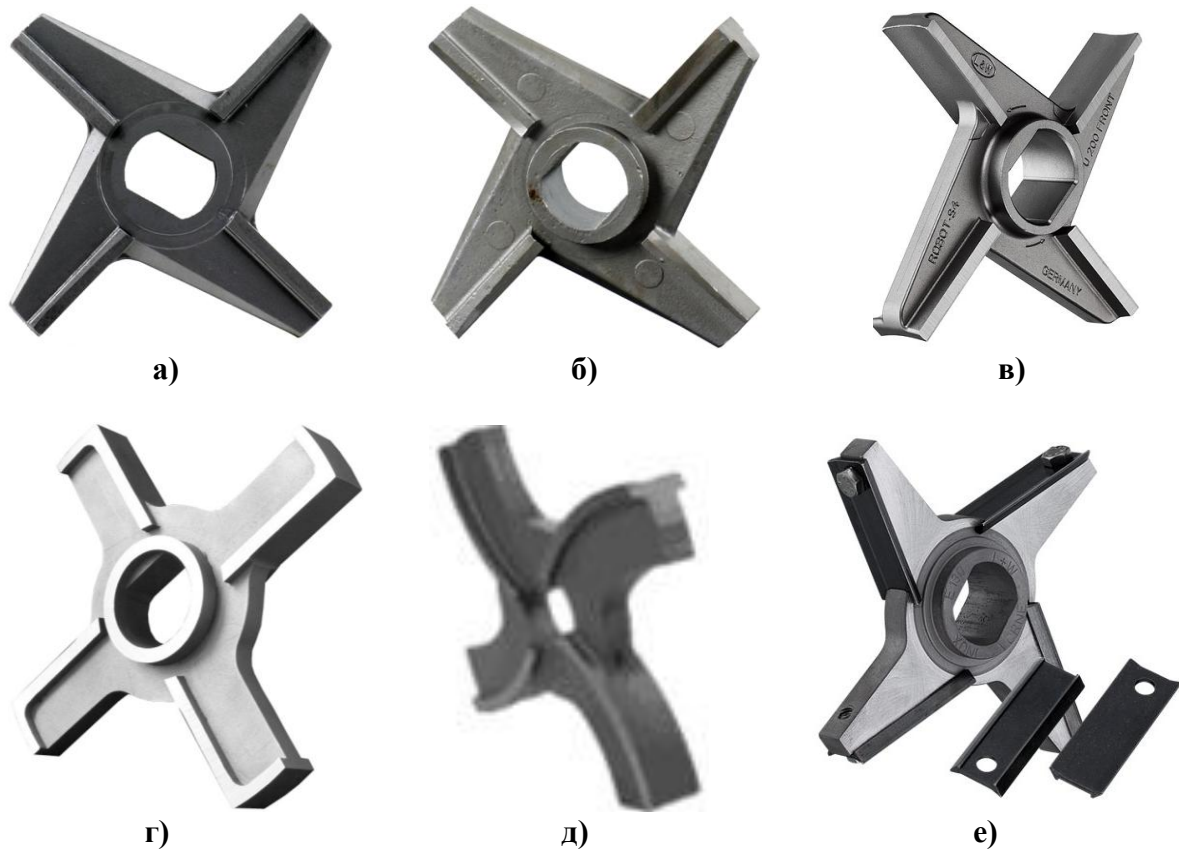


Рис. 1.48. Ножі чотирилезові:

а-г) – ножі з прямими лезами; д) – ніж із криволінійними лезами; е) – ніж із прямими лезами, розташованими з ексцентриситетом, та із змінними різальними вставками

З метою забезпечення явища „самозаточування” лез необхідно забезпечити більшу твердість передньої поверхні лез, яка не підлягає перезаточуванню, по відношенню до задньої поверхні леза. Цього можна досягти іншим режимом загартування або спеціальною зміцнювальною обробкою леза відомими технологічними методами (хіміко-термічна обробка, лазерне загартування, імпульсно-плазмове зміцнення, електроіскрове легування).

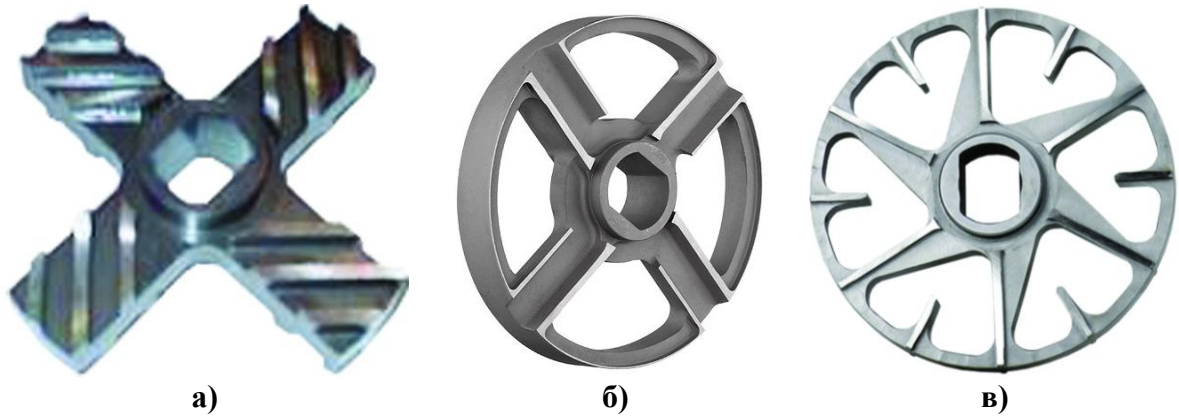


Рис. 1.49. Ножі спеціальні:

- а) – ніж жилувальний із осьовим відведенням твердих включень;
- б) – ніж жилувальний із периферійним відведенням твердих включень;
- в) – ніж, що забезпечує підвищену однорідність ступеня подрібнення сировини

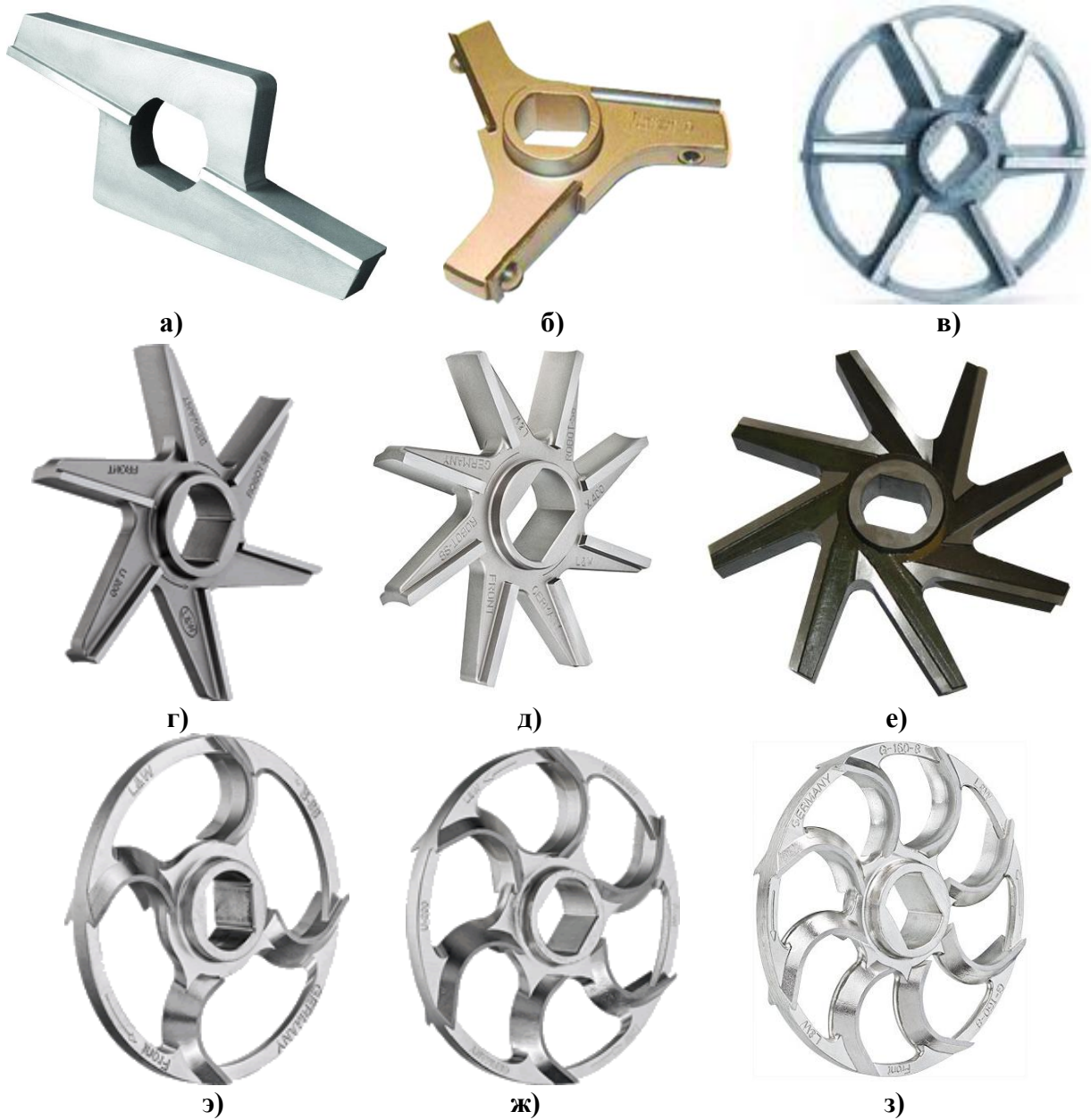


Рис. 1.50. Ножі багатолезові

В такому випадку задня поверхня буде зношуватись більш інтенсивно аніж передня, що забезпечить менший радіус закруглення (більшу гостроту) різальної кромки у порівнянні із звичайними лезами.

Для того, щоб забезпечити високу пропускну спроможність різального вузла (високу продуктивність вовчка) і, одночасно з цим, високу його подрібнювальну здатність, ножі оснащують [20] силовим кільцем, яке охоплює кінці лез (рис. 1.49, 1.50). Кільце, сполучаючи леза між собою, збільшує жорсткість та міцність лез. Як результат – стає можливим виготовляти ніж багатолезовим, кожне лезо якого має малу ширину, чим і забезпечується оптимальне поєднання вище згаданих показників різального вузла вовчка. Кільцеві ножі теж можуть мати прямі, похилі і серповидні леза.

1.4 Вибір матеріалу ножів та решіток вовчка

Умови, в яких експлуатуються різальні інструменти машин для подрібнення м'яса, складні: динамічні та знакозмінні навантаження, зношування, корозійний вплив. Визначальними чинниками при виборі матеріалу для різального інструменту є його зношувальна та корозійна стійкість. При подрібненні сировини без додавання спецій, розсолів, консервантів та ін. небезпека корозійної дії знижується і основна увага має бути приділена зносостійкості. Основні матеріали, що застосовуються для виготовлення ріжучих інструментів — це вуглецеві і леговані сталі.

Матеріали для різального інструменту машин для подрібнення м'якої м'ясної сировини. При подрібненні м'якої м'ясної сировини змінні динамічні навантаження відносно невеликі [21]. Стійкість ріжучого інструменту, яка визначає тривалість і ефективність його експлуатації, залежить насамперед від механічних властивостей матеріалу, з якого він виготовлений. Основною характеристикою механічних властивостей матеріалу є його твердість, яка має бути достатньо високою, щоб забезпечити процес подрібнення.

З підвищенням твердості збільшуються межа текучості при стисканні, зносостійкість і межа витривалості. Межа міцності при значному зростанні твердості може знижуватися в тому випадку, якщо збільшення твердості призводить до підвищення крихкості. Це явище спостерігається при твердості *HRC* 52÷54, при нижчій твердості існують прямолінійні залежності між твердістю і міцністю.

Різний вплив термічної обробки на твердість і міцність інструментальної сталі пояснюється великою чутливістю межі міцності до таких структурних чинників, як величина зерна і однорідність розподілу складової карбиду. Тому режими термічної обробки повинні забезпечувати отримання дрібного зерна в сталі.

Міцність інструментів, виготовлених з інструментальної сталі, знижується на 30÷50% внаслідок впливу концентраторів напруження (переходи, перетини, виточки і т. п.), а також ризок і задирок, що залишаються після механічної обробки. Вони сприяють розвитку тріщин і руйнуванню інструменту. Поліпшення чистоти поверхні на 1÷2 класи може підвищити стійкість інструменту на 30÷60%. Причиною чутливості інструментальної сталі до концентраторів напруження є різке зниження в'язкості при зростанні твердості.

Інша важлива властивість інструментальних матеріалів — це зносостійкість. Із збільшенням твердості вона підвищується, оскільки на зносостійкість здійснює вплив поведінка фаз карбідів (їх схильність і здатність до викришування), а також зміна міцності і в'язкості. Зносостійкість — це властивість, яка володіє дуже складним взаємозв'язком із сторонніми чинниками. Зносостійкість залежить не лише від структури і інших показників інструментальної сталі, але і від сировини, з якою взаємодіє інструмент, виду діючих навантажень, корозійної дії середовища і ряду інших чинників.

При невеликих динамічних навантаженнях на зносостійкість в першу чергу впливає твердість сталі. Якщо для оброблюваної сировини, вона складає 0,5÷0,6 твердості матеріалу інструменту, то абразивні частки здійснюватимуть мікрорізання, що зумовить підвищене його зношування. Таким чином, виготовляти різальний інструмент необхідно таким чином, щоб відношення твердості сировини до твердості матеріалу різального інструменту було більше 0,5. В більшості випадків навіть для твердої сировини це співвідношення дотримується. Твердість можна підвищити за рахунок утворення мартенситу при загартуванні, а також за рахунок надлишкових карбідів при легуванні сталі.

Найчастіше для виготовлення різних видів різального інструменту машин для подрібнення м'яса застосовують в основному вуглецеву інструментальну сталь У7А і У8А. Існують рекомендації по застосуванню низьколегованої інструментальної сталі Х і 9ХС і сталей ХВГ і Х12М. Всі вони, за винятком сталей У7А і Х12М, відносяться до нетеплостійких сталей високої твердості. Їх перевага — низька чутливість до масштабного чинника.

Леговані сталі цієї групи добре сприймають індукційне загартування, мають достатньо високу ударну в'язкість, добре обробляються різанням. Твердість і зносостійкість даних сталей в основному залежать від вмісту вуглецю і мало змінюється з введенням легуючих елементів. Не дивлячись на низьку вартість вуглецевих сталей, вони мають ряд недоліків, переважно технологічного характеру, які обмежують їх застосування - низька загартовуваність і прогартовуваність, що окрім габаритних обмежень вимагає застосування різкого загартування у воді. Це призводить до короблення, тріщин і інших видів браку інструменту. В окремих випадках низьку прожарюваність можна

використовувати для створення в'язкої серцевини, що доцільно застосовувати для інструменту діаметром 15÷25 мм. Вуглецеві сталі схильні до перегріву і їх в'язкість та міцність можуть значно знижуватися через зростання зерен при загартуванні. Утворення «м'яких плям» і неоднорідність розподілу карбідів можуть також призводити до погіршення зносостійкості вуглецевої сталі.

Застосовувати вуглецеву сталь для інструментів діаметром більше 30 мм не рекомендується через дуже малу товщину загартованого шару (1÷1,5 мм) і можливості його сколювання або продавлювання. Вуглецеві заевтектоїдні сталі з вмістом вуглецю 1÷1,2% в меншій мірі схильні до деяких з вказаних недоліків. Вони менш схильні до перегріву і утворення тріщин при загартуванні внаслідок більш плавного зниження твердості від загартованого шару до серцевини. Проте з підвищенням вмісту вуглецю зростають неоднорідність розподілу карбідів і їх розміри, що призводить до неоднорідності властивостей у великих перетинах. Тому застосовувати вуглецеві сталі з великим вмістом вуглецю слід тільки для інструменту невеликого перетину, тобто після прокатки з великими ступенями деформації.

Леговані сталі значною мірою позбавлені цих недоліків. Сталі 9ХС, Х, ШХ15, ХВГ і ХВСГ відносяться до сталей підвищеної прогартовуваності. Залежно від хімічного складу вони можуть прогартовуватись в перетині від 25÷70 до 80÷90 мм. Ці сталі володіють гарним загартуванням, і при охолодженні в мастилі твердість їх досягає HRC 67÷68. Їх можна загартовувати в гарячому середовищі. Їх зносостійкість як і зносостійкість вуглецевих сталей, залежить від вмісту вуглецю. При вмісті вуглецю 0,9÷1,0% по зносостійкості вони практично не відрізняються від вуглецевих. З легованих сталей можна виготовляти достатньо крупний різальний інструмент складної форми.

При дослідженні інтенсивності зношування ножів і решіток вовчків, виготовлених з різних сталей, у тому числі зі сталі ШХ15, було встановлено, що зі всіх випробовуваних матеріалів найменшим лінійним зношуванням за 1 годину роботи вовчка володіли сталі 9ХС і ШХ15 (відповідно 0,026 і 0,0338 мм/год). В той же час сталь У8А обумовлювала лінійне зношування 0,088 мм/год. Різальний інструмент зі сталей 9ХС і ШХ15 має кращі різальні властивості і меншу площу викришених ділянок.

Термін служби ножів і решіток емульсатора, виготовлених зі сталі ШХ15, в 4 рази вище, ніж із сталі У8А. Вищою зносостійкістю, з цієї групи сталей, володіє сталь 12Х1, що містить 1,15÷1,25 % вуглецю. При загартуванні в мастилі вона набуває твердості HRC 63÷65. Найбільш висока твердість (HRC 68÷70) і зносостійкість мають сталі з вольфрамом і великим змістом вуглецю: В2Ф, ХВ4. Так, стійкість ножівкових полотен із сталі В2Ф в 1,5÷2 рази вище, ніж у таких із сталей 11Х і 13Х. Проте сталь із вольфрамом володіє дещо зниженою міцністю і в'язкістю.

Максимальна загартованість і прогартовуваність сталей досягається шляхом легування нікелем і марганцем. Сталі 7ХГ2ВМ, 7ХГНМ загартовуються на повітрі до твердості HRC 59÷60 в перетинах діаметром до 100÷120 мм. У порівнянні із іншими, ці сталі мають мінімальні об'ємні зміни при загартуванні, а їх міцність і в'язкість підвищені. По зносостійкості вони поступаються сталям із вищим вмістом вуглецю.

Сталі підвищеної (X12Ф2, X12M, 85X6НФТ) і високої (X12, X12ВМ, X6Ф4М) зносостійкості, як і сталі попередньої групи, застосовують для роботи без значних динамічних навантажень. Їх зносостійкість в 1,5÷3 рази вище, що дозволяє їх використовувати при значному зношуванні. При нагріві цих сталей до 300÷400°C вони зберігають твердість HRC 57÷58, і тому при заточуванні твердість цих сталей знижується незначно.

Корозійностійкі інструментальні сталі отримують за рахунок збільшення вмісту хрому (9X18, X18МФ, X12М). Необхідно, щоб в мартенситі було не менше 11÷12% хрому при відповідному зниженні вуглецю. Твердість цих сталей нижча, ніж тих марок, що описані вище. Так, при загартуванні в мастилі твердість сталі X18МФ дорівнює HRC 62÷63, сталі X14М — HRC 58÷60, а сталі 9X18 — HRC 57÷58.

На рис. 1.51 показана інтенсивність [22] зношування різних сталей, що використовувались для виготовлення різальних комплектів вовчка. Як слідує з рисунку, найбільш рекомендованими для виготовлення ножів вовчка слід вважати сталі ХВГ, X12М, а також ресорно-пружинні сталі — 65Г і 60С2. Слід зазначити, що швидкорізальна сталь Р18, не дивлячись на найвищу ефективність роботи, є дефіцитною і має підвищену вартість, тому її використання на практиці, ймовірно, є нераціональним. Для виготовлення решіток вовчка найдоцільніше використовувати шарико-підшипникову сталь ШХ15.

Для забезпечення більш однорідних властивостей різального інструменту і для підвищення його стійкості замість звичайного загартування в печі рекомендується нагрів в соляній ванні, яка містить 50% CaCl₂ і 50% BaCl₂. Можливе застосування йодних розчинів 8÷15% NaCl або 10÷15% NaOH. При використанні ванн, які містять NaCl, необхідно періодично розкислювати розчин, наприклад, шляхом введення бури. Тривалість нагріву для ножів завтовшки 10 мм складає 1÷2 хв.

Дослідженнями встановлено, що твердість ножів можна підвищити на 2÷3 одиниці по HRC у порівнянні із звичайною термічною обробкою, якщо використовувати ізотермічне загартування. При температурі ванни 290°C і тривалості витримки ножів 30 хв їх твердість складає HRC 50÷54. Можливе застосування ступінчастого загартування з подальшим відпуском. Для підвищення експлуатаційних властивостей сталей застосовують також хіміко-термічну обробку та інші види поверхневого зміцнення.

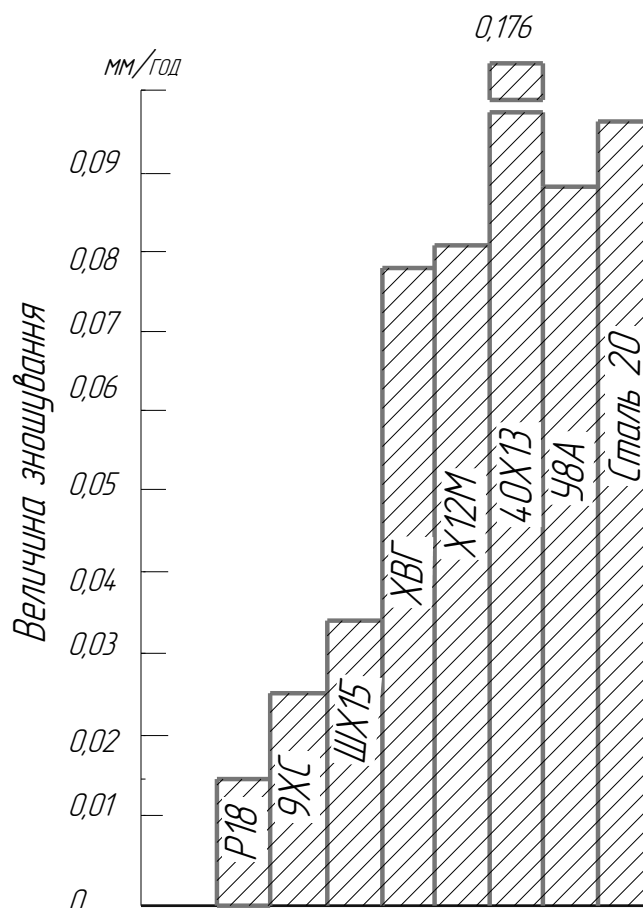


Рис. 1.51. Інтенсивність зношування змінних ріжучих вставок ножів вовчка, виготовлених із різних сталей

Матеріали для різального інструменту машин для подрібнення твердої і змішаної м'ясо-кісткової сировини. При переробці твердої сировини зростають динамічні навантаження і збільшується частка абразивного зношування внаслідок дії твердих часток сировини на матеріал різального інструменту. В даному випадку під динамічними навантаженнями слід розуміти не лише однократну ударну дію, але і втомлюване циклічне навантаження. Також може виникати зминання або сколювання різальної кромки інструменту.

Надійність роботи машини для подрібнення твердої і змішаної м'ясної сировини значною мірою залежить від опору матеріалу різального інструменту ударним навантаженням. Цей опір оцінюють величиною ударної в'язкості. Як правило, чим вище твердість матеріалу, тим нижче його ударна в'язкість.

Одночасно забезпечити підвищення твердості і в'язкості дуже важко або взагалі неможливо, оскільки ті чинники, які викликають підвищення твердості (збільшення кількості вуглецю, загартування сталі та ін.), призводять до зниження в'язкості.

Не дивлячись на гарну зносостійкість, описані вище сталі високої твердості з великим вмістом вуглецю не придатні для виготовлення різального інструменту для подрібнення твердої або змішаної м'ясо-

кісткової сировини. Їх ударна в'язкість незначна $[(5\div 8)10^4 \text{ Дж/м}^2]$, і підвищити її за рахунок зниження твердості не вдається внаслідок надлишкової кількості карбідів. Підвищення ударної в'язкості досягається зниженням вмісту вуглецю в сталі. При цьому зменшується і її твердість (від *HRC* 58÷59 до *HRC* 47÷48 залежно від складу сталі і режиму термічної обробки). Ударна в'язкість при цьому може досягати $(7\div 8)10^5 \text{ Дж/м}^2$.

Різальний інструмент машин для подрібнення твердої і змішаної м'ясної сировини слід виготовляти з тих марок сталей, які мають оптимальні поєднання твердості і в'язкості. Причому найбільша стійкість інструменту отримується в тому разі, коли підвищення твердості не викликає зниження в'язкості. Вказані вимоги можуть бути виконані за рахунок легування сталі. Кількість вуглецю і легуючих елементів має бути такою, щоб не виникали надлишкові карбіди, утворення яких призводить до зниження ударної в'язкості. Кількість легуючих елементів має бути невеликим ще і тому, що при відпуску повинен утворитися легований цементит, а не карбіди легуючих елементів. Для отримання підвищеної в'язкості необхідно витримувати наступні умови: вміст вуглецю має бути зниженим і залежно від ступеня легованості складати 0,65÷0,7% для менш легованих і 0,55÷0,63% для більш легованих. Відпуск потрібно проводити до твердості *HRC* 45÷53 для інструменту з великими ударними навантаженнями і до *HRC* 55÷60 при невеликих ударних навантаженнях.

Основними легуючими елементами для цієї групи сталей є хром, ванадій і кремній. Хром вводять до 3,2%, вищий його вміст призводить до зменшення в'язкості. Менші кількості хрому сприяють підвищенню не лише міцності, але і в'язкості (сталь стає дрібнозернистою). Ванадій в кількості 0,1÷0,3% ще в більшій мірі чим хром зменшує зернистість сталі. Кремнію вводять 0,5÷0,9 %, підвищення його вмісту знижує ударну в'язкість. Кремній покращує здатність сталі сприймати ізотермічне загартування і зберігати при цьому підвищену твердість у великих перетинах. Нікель в кількості 1,2÷1,8% підвищує в'язкість тільки при невеликому вмісті хрому (0,52÷0,8%). При значнішому легуванні хромом, а також іншими елементами в'язкість у присутності нікелю дещо знижується.

До вуглецевих сталей з підвищеною в'язкістю відносяться сталь У7, а також ресорно-пружинна сталь 65Г. Істотний недолік вуглецевих сталей— це низька прогартовуваність. Низьколегована сталь 7ХФ за експлуатаційними властивостями близька до сталі У7. Завдяки присутності невеликих кількостей хрому і ванадію сталь 7ХФ має дещо кращу зносостійкість і в'язкість $[(2\div 2,5)10^5 \text{ Дж/м}^2]$, чим сталь У7. Її можна застосовувати для виготовлення різального інструменту з різкими переходами по перетину. Відпуск сталі проводиться до твердості *HRC* 50÷55.

До легованих сталей підвищеної прогартовуваності і в'язкості відносять сталі типу 6ХС, 6ХВ2С, 7ХЗ, 6ХЗФС. Сталі 6ХВ2С і 6ХС прогартовуються в перетинах до 50÷60 мм, 6ХЗФС — 70÷80 мм, причому 6ХЗФС володіє найбільшою експлуатаційною стійкістю. Після термічної обробки до твердості HRC 52÷54 її ударна в'язкість досягає $(5÷6)10^5$ Дж/м². До сталей, що мають велику в'язкість, відноситься сталь 7ХГ2ВМ. При охолодженні на повітрі її твердість досягає HRC 59÷60 в перетинах до 100÷120 мм. При твердості HRC 59÷60 величина ударної в'язкості цієї сталі досягає $15 \cdot 10^5$ Дж/м². В порівнянні з іншими дана марка сталі відрізняється малими об'ємними змінами і деформацією при загартуванні.

При виборі марки сталі слід враховувати розміри інструментів і величину динамічних навантажень, яким вони піддаються в умовах експлуатації. Для інструментів невеликої товщини (до 10÷15 мм) може бути рекомендована сталь 7ХФ, яка пройшла відпуск до твердості HRC 50÷55. Для інструментів великих розмірів слід застосовувати сталі підвищеної прогартовуваності і в'язкості типу 6ХС, 6ХВ2С, 7ХЗ, 6ХЗФС, 7ХФН. Для великогабаритних інструментів, що мають складну форму, може бути застосована сталь 7ХГ2ВМ, яка прогартовується в перетинах до 120 мм і яка має високий опір удару при твердості HRC 59÷60.

При значних динамічних навантаженнях для зазначених марок сталі рекомендується ізотермічне загартування, яке забезпечує кращий опір удару, чим безперервне загартуванні. Твердість і цьому випадку досягається порядку HRC 45÷55.

У тих випадках, коли напруження в об'ємі невеликі і основними вимогами до інструменту є твердість і зносостійкість поверхневих шарів, слід застосовувати поверхневе загартування. Це дозволяє поєднувати хороший опір ударним навантаженням з високою твердістю і зносостійкістю. Товщину загартованого шару підбирають експериментально для даних умов, але вона має бути не менше 2 мм, оскільки тонкі шари можуть сколюватися і продавлюватися при роботі інструменту.

1.5 Вимоги безпеки до конструкцій вовчків

Як і інше м'ясорізальне устаткування, м'ясорубки і вовчки є об'єктами підвищеної небезпеки для операторів і інших працівників, що здійснюють технічне обслуговування цих машин [22]. Саме тому виключно важливо знати і дотримувати всі вимоги безпеки — і при розробці конструкцій м'ясорубок і вовчків, і при їх монтажі і введенні в експлуатацію, і безпосередньо під час виконання виробничих операцій.

Інший важливий аспект використання м'ясорубок і вовчків — це необхідність повного і усвідомленого виконання вимог гігієни і

виробничої санітарії. Будь-які відхилення від встановлених санітарних правил поводження з термічно необробленою м'ясною сировиною, а також правил миття і дезинфекції устаткування небезпечні не лише для життя і здоров'я співробітників підприємств, але і для численних споживачів м'ясної продукції, на цих підприємствах тієї, що випускається.

Прикладом сучасного міжнародного стандарту, що регламентує безпеку праці і санітарні вимоги в м'ясопереробній промисловості, є стандарт Європейського комітету із стандартизації EN 12331:2003 «*Food processing machinery — Mincing machines — Safety and hygiene requirements*» (Устаткування для виробництва харчових продуктів — Машини для подрібнення у фарш — Вимоги безпеки і гігієни).

Авторитетні стандарти EN активно використовуються як у вітчизняній стандартизації, так і в системі стандартизації наших російських сусідів, тому все частіше зустрічаються стандарти ДСТУ EN і ГОСТ Р (EN), тобто національні стандарти, гармонізовані з європейськими.

Положення стандарту EN 12331:2003 розповсюджуються на подрібнювачі, використовувані для приготування фаршу у виробничих приміщеннях малих підприємств і підприємств громадського харчування, в спеціалізованих ковбасних цехах і на крупних промислових підприємствах, і що відносять до наступних 4-х типів машин: 1) до м'ясорубок з сировинним лотком, горловиною подачі діаметром до 52 мм і штовхачем, 2) до таких же машин з горловиною подачі діаметром понад 52 мм, 3) до вовчків з сировинним бункером, з подавальним шнеком, з кришкою і (необов'язково) з подавальним шнеком; 4) до вовчків з сировинним бункером, з подавальним шнеком, з кришкою (необов'язково), з подавальним шнеком (необов'язково) і із завантажувальним пристроєм безперервної або періодичної дії. Далі, відповідно до викладу, використовуваний в стандарті термін «*Mincing machine*» буде перекладатись, як вовчок.

Авторами стандарту складений докладний перелік зон (рис. 1.52), де життя і здоров'я персоналу, який експлуатує і обслуговує вовчки, може наражатись на небезпеку. Небезпека травм для рук і пальців працівників представляє шнек під завантажувальною горловиною (зона 1) і шнек під завантажувальним бункером (зона 2). Пальці можуть піддатися травмі в зоні 3, де фарш вивантажується з машини. Травмами рук і ніг чреваті роботи в зоні 4, виконувані при установці і знятті ріжучого комплексу і робочого шнека. Джерелом травм рук і пальців можуть бути приводи робочого і подавального шнеків, а також шнека-перетрушувача (зона 5). Такі ж травми можна отримати в зоні 6 при випадковому або навмисному закриванні кришки. Якщо вовчок обладнаний завантажувальним пристроєм, небезпечною є зона 7 під вантажною ємкістю, де травми тіла можна отримати під час штатного або аварійного її опускання. Пальці і руки працівників можуть бути травмовані в зоні 8 при попаданні між

рухомими і нерухомими частинами підйомно-опускного механізму, в зоні 9 при контакті з елементами приводу вказаного механізму (шківками, ланцюгами, тросами і ін.), а також в зоні 10 розвантаження вантажної ємкості. Механічні травми можливі також в разі руйнування або перекидання машини.

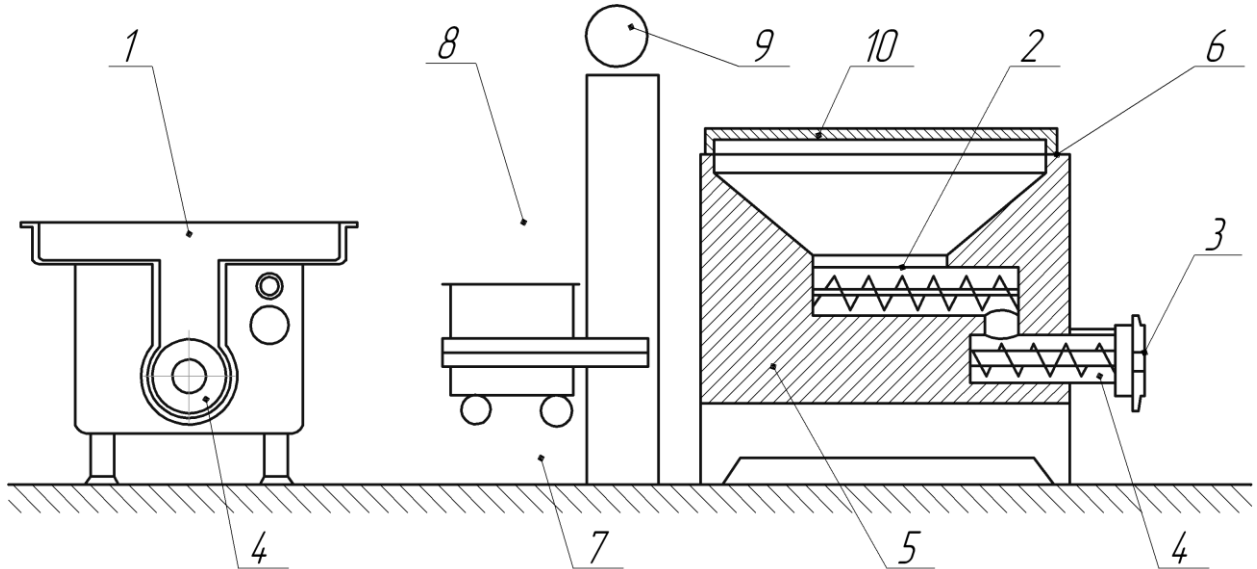


Рис. 1.52. Схема розташування зон механічної небезпеки:

1 – завантажувальний бункер; 2 – подавальний шнек; 3 – ніж; 4 – робочий шнек; 5 – електрична безпека, привод; 6 – завантажувальна горловина; 7 – зона під піднятим візком завантажувача; 8 – зона над рухомих візком завантажувача; 9 – елементи приводу завантажувача; 10 – рухома захисна кришка бункеру

Чинниками небезпеки також є можливість ураження електричним струмом, шум, дія двоокису вуглецю, азоту або пари. Нарівні з вказаними, автори стандарту відносять до небезпечних чинників також порушення принципів ергономіки: необхідність знаходитися в незручній позі, додаток зайвих фізичних зусиль, неналежне врахування анатомії кінцівок людини при розробці конструкції машини.

Групу чинників небезпеки, що виникають при порушенні правил санітарії і гігієни, складають мікробіологічні чинники (небезпека псування продукту, небезпека харчових отруєнь споживачів), хімічні чинники (небезпека, що викликається попаданням в продукт миючих і дезінфікуючих речовин з подальшим нанесенням шкоди здоров'ю споживачів) і фізичні (небезпека попадання в продукт сторонніх предметів з сировини, конструкцій устаткування або інших джерел).

Особливо детально розроблені норми, що вводяться стандартом, відносяться до зон механічної небезпеки. Для зони 1 (вовчки без механічної подачі) встановлено, що відстань між верхнім зрізом завантажувальної горловини і верхньою точкою спіралі робочого шнека не має бути менше 100 мм для горловини, діаметр якої не перевищує 46 мм, або 120 мм — для горловини з діаметром від 46 до 52 мм. Для вовчків з

горловиною діаметром більше 52 мм обов'язковим є наявність пластино-обмежувача. І сировинний лоток, і пластина-обмежувач можуть виконуватися як стаціонарними, так і знімними.

Якщо вказані вузли виконані в знімному варіанті, має бути передбачена система зупинки робочого шнека протягом 2 с (на холостому ході) при спробі їх демонтажу. На рис. 1.53 і 1.54 представлені конструктивні схеми завантажувальної горловини із зазначенням відстаней, що забезпечують безпечну роботу персоналу в зоні 1.

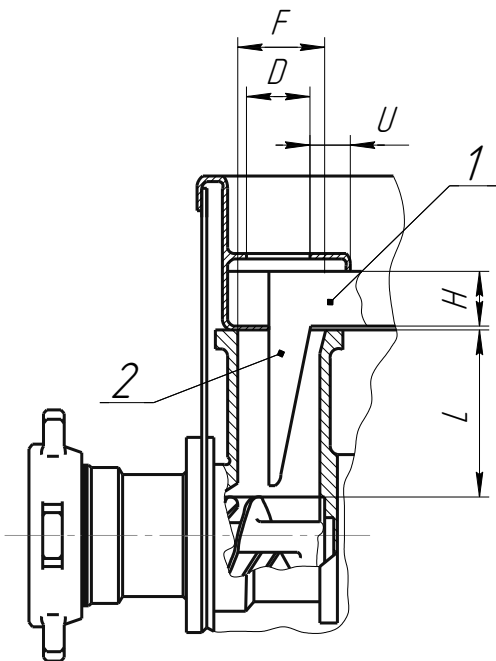


Рис. 1.53. Безпечна конструкція завантажувальної горловини:
1 – середня частина руки; 2 – палець;
 $H < 40$ мм; $L > 120$ мм; $U > 40$ мм; $D < 52$ мм; $F < 85$ мм

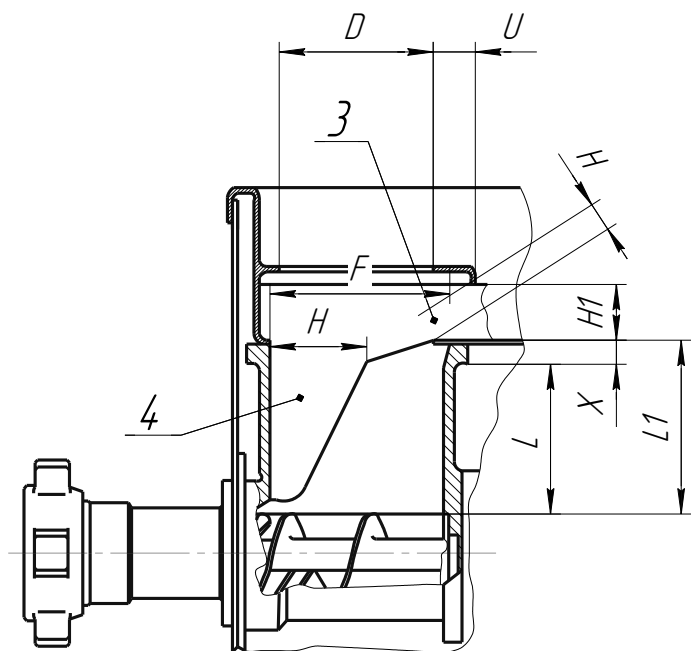


Рис. 1.54. Безпечна конструкція завантажувальної горловини: 3 – передпліччя; 4 – кисть руки; $H = 40$ мм; $H1 < 120$ мм; $L > 230$ мм; $U > 40$ мм; $D < 52$ мм; $F < 200$ мм

Для забезпечення безпеки в зоні 2 (сировинний бункер — рис. 1.55 і 1.56) стандартом передбачено виконувати бункер закритим, або забезпечувати кришкою. При спробі відкрити кришку піднімання її краю на 50 мм повинне служити сигналом для зупинки робочого шнека (протягом 4 с — при роботі без сировини).

Якщо бункер виконаний відкритим, а кришка не може бути передбачена через особливості технологічного процесу (наприклад, при безперервній роботі), конструкція вовчка повинна перешкоджати доступу оператора до сировинного бункера при працюючому механізмі. Зокрема, при спробі піднятися до бункера по ступенях або стати на платформу обслуговування обертання шнека в бункері повинне припинитися протягом 4 с (на холостому ході) після спрацьовування датчика.

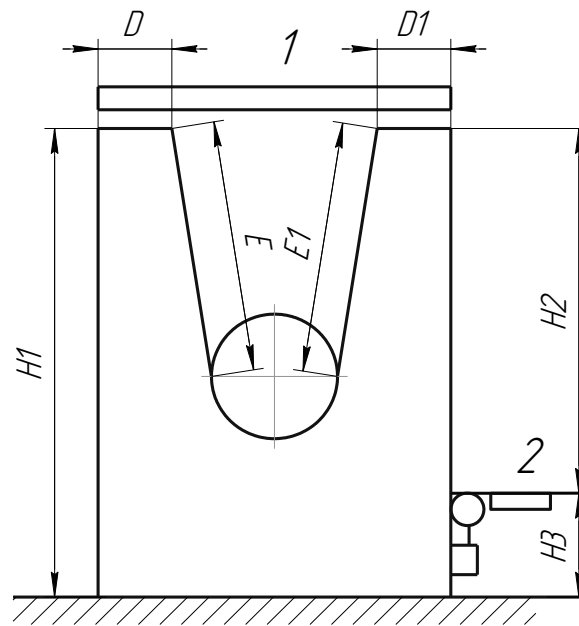


Рис. 1.55. Безпечна конструкція вовчка із відкритим бункером, механічною планкою-блокувальником, світловим бар'єром та щаблем, що має блокування:

1 – механічна планка-блокувальник; 2 – щабель, що має блокування; $H1 > 1600$ мм; $H2 > 1100$ мм; $H3 > 500$ мм із проміжним щаблем; $H1+D1+E > 2250$ мм; $H1+H2+D1+E1 > 40$ мм

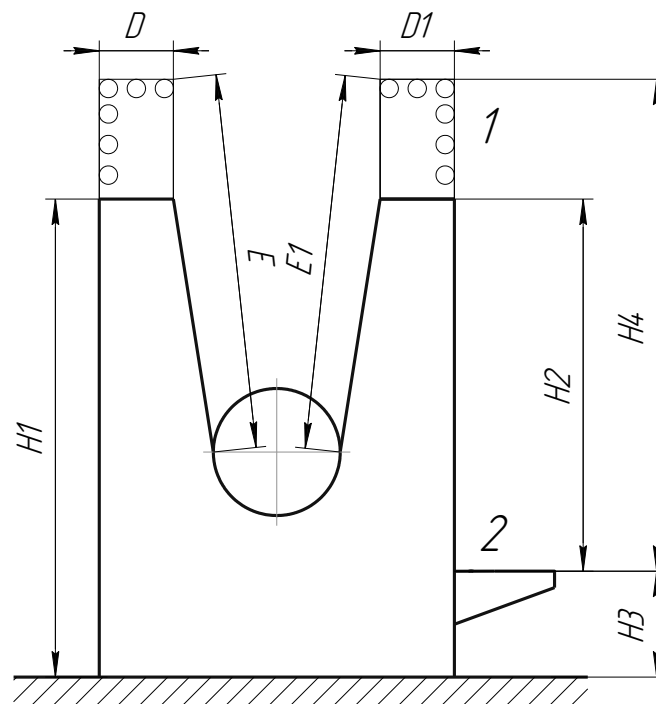


Рис. 1.56. Безпечна конструкція вовчка із відкритим бункером, захисною решіткою та нерухомим щаблем:

1 – світловий бар'єр або знімна захисна решітка; 2 – нерухомий щабель; $H1 > 1600$ мм; $H2 > 1100$ мм; $H3 > 500$ мм із проміжним щаблем; $H4 > 1600$ мм; $H1+D+E > 2250$ мм; $H4+D1+E1 > 2250$ мм

Зовнішні елементи конструкції вовчка мають бути гладкими, щоб неможливо було підійнятися до небезпечної зони поблизу бункера. Конструкція вовчка без кришки повинна передбачати такі елементи захисту, як натискна планка-блокувальник, світловий бар'єр або захисна

решітка, дія на яких повинна супроводжуватись відключенням шнека в бункері протягом 3 с (для вовчків з діаметром решітки до 160 мм) або протягом 4 с (для вовчків з діаметром решітки понад 160 мм).

Для захисту тих працівників, що працюють в зоні небезпеки 3 місце вивантаження фаршу має бути забезпечене захисною решіткою або захисним кожухом (рис. 1.57). Захисну решітку встановлюють після вихідної решітки ріжучого комплекту вовчка, причому її форма має бути такою, щоб ніяка інша решітка не могла бути встановлена на її місці. Діаметр отворів захисної решітки не повинен перевищувати 8 мм, а її товщина має бути не менше 5 мм. Застосування захисного кожуху на вивантаженні обов'язкове, якщо діаметр отворів вихідної решітки вовчка складає не менше 8 мм. Захисний кожух має бути забезпечений блокуванням, що забезпечує зупинку робочого шнека протягом 2 с після зсуву захисного кожуху з позиції «закрито» на 50 мм.

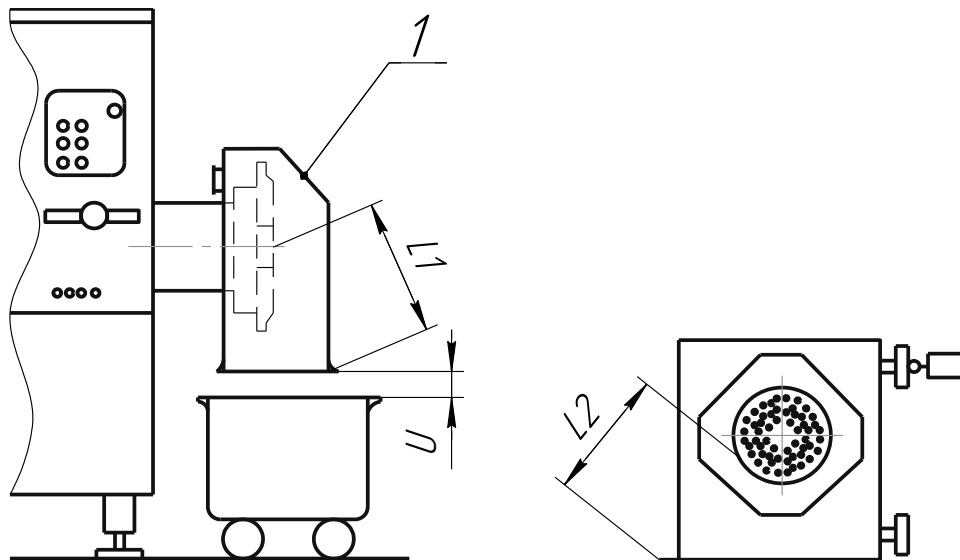


Рис. 1.57. Захисний кожух вивантаження фаршу з вовчка:

1 – захисний кожух; D – діаметр отворів останньої решітки різального комплекту, мм; $L1 > 1,8D$ мм; $L2 > 1,2D$; $U < 50$ мм

Для безпеки виконання робіт по зніманню або по установці робочого шнека і ріжучого комплекту (зона 4) вовчки з решіткою діаметром більше 106 мм повинні забезпечуватися спеціальними знімачами, а витягання ріжучого комплекту з горловини вовчка з решіткою меншого діаметру може бути здійснене за допомогою кліщів.

Доступ до елементів приводу вовчка (зона 5) обмежують, застосовуючи кришки і огорожі. Якщо ці елементи виконані знімними, має бути передбачена система блокування приводу при спробі їх відкриття.

Кришка сировинного бункера (зона небезпеки б) може відкриватися і закриватися уручну або за допомогою спеціального приводу. У ручному варіанті вузол кришки має бути забезпечений противагою або пружинним механізмом, що запобігає її мимовільному закриванню. Зусилля, що

витрачається на відкриття/закривання кришки не повинно перевищувати 250 Н. При використанні кришки зі спеціальним приводом, рух кришки повинен припинятися при будь-якому збої в роботі механізму. З моменту опускання кришки до відмітки 200 мм від верхнього краю бункера швидкість механічного закривання не повинна перевищувати 50 мм/с.

Правила безпеки встановлені стандартом також для підйомних завантажувальних пристроїв (зони 7-10). Ці правила стосуються захисту від перевантаження, захисту від випадкового падіння візка або контейнера, необхідності застосування захисних огорож рухомих частин і ін. Наявність завантажувальних пристроїв необхідна, якщо відстань від підлоги до верхнього краю сировинного бункера перевищує 1400 мм.

Правила електробезпеки, обов'язкові для виконання при розробці конструкцій вовчків, цілком типові для м'ясопереробного устаткування і включають положення про наявність аварійної кнопки «СТОП» і захисних кожухів, що оберігають елементи системи контролю і управління від попадання вологи при митті. Також обов'язковою є наявність кнопок включення і виключення безпосередньо на корпусі машини в зоні роботи оператора.

До ергономічних вимог, що встановлюються стандартом, відноситься наявність пристосувань (рис. 1.58), що полегшують установку і транспортування робочого шнека і елементів ріжучого комплекту у випадку, коли маса вказаних вузлів і деталей перевищує 25 кг.

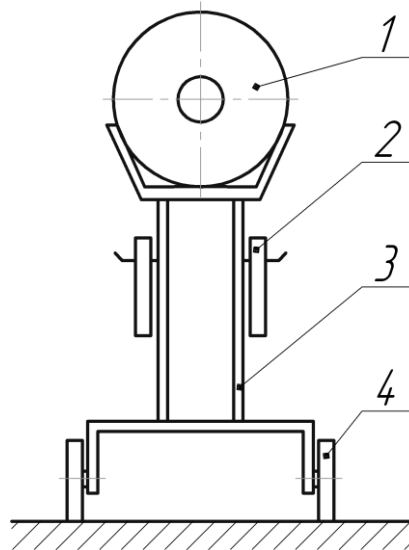


Рис. 1.58. Пристрій для транспортування робочих органів вовчка:
1 – шнек; 2 – ножі та решітки; 3 – візок; 4 – колеса візка із гальмівними пристосуваннями

Конструкція вовчка повинна забезпечувати легкість і зручність очищення і санітарної обробки. Відповідні вимоги до поверхонь і конструктивних елементів машини залежать від того, до якої зони (харчової, проміжної або нехарчової) відносяться конкретні деталі і вузли (рис. 1.59).

Харчову зону складають поверхні, що контактують з харчовим продуктом в процесі роботи, а також поверхні, яких частка продукту може торкнутися і потім приєднатися до основної його маси.

Щодо харчової зони висуваються підвищені вимоги до радіусів згинів і радіусам зачистки зварних швів, профілям канавок і ін. Чистота обробки поверхонь має бути не нижче Rz 25, а за наявності технічної можливості — не нижче Rz 16. Поверхні харчової зони мають бути виконані з металів і неметалічних матеріалів, дозволених до контакту з харчовим середовищем.

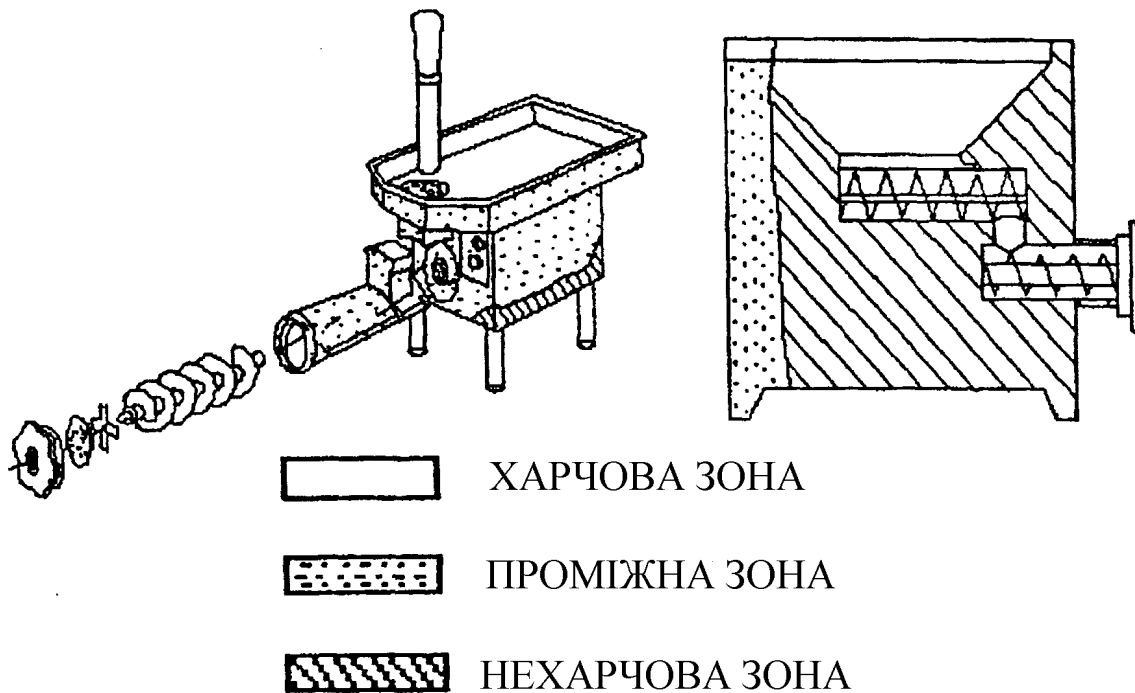


Рис. 1.59. Конструктивні зони вовчка, що визначаються характером контакту із продуктом

До харчової зони відносяться:

- внутрішні поверхні сировинного лотка;
- внутрішня частина завантажувальної горловини;
- пластина-обмежувач;
- внутрішня частина і краї сировинного бункера;
- живлячий шнек;
- внутрішня поверхня горловини;
- робочий шнек;
- приймальна решітка;
- ніж;
- ріжуча решітка;
- затискна гайка;
- внутрішня поверхня кришки;
- кришка бункера — усередині і зовні;

- електричний датчик системи захисту;
- захисна решітка;
- закритий захисний кожух — усередині;
- захисний кожух з лозин або перфорованого листа — усередині і зовні;
- штовхач.

Слід зазначити і за вимоги до поверхонь проміжної зони (або зони розбризкування). На поверхні цієї зони харчова маса може потрапити при розбризкуванні в процесі обробки або організувати потік, який згодом не приєднається до основного потоку продукту.

До проміжної зони відносяться наступні вузли і деталі вовчків: корпус машини — зовні; горловина — зовні; кришка — зовні (у закритому стані); захисний кожух — зовні (у закритому стані); транспортний візок.

Поверхні нехарчової зони не контактують з харчовим продуктом, проте вони також мають бути, по можливості, гладкими, а при їх конструюванні слід уникати канавок, кутів, отворів, з'єднань. Внутрішні порожнини, що відносяться до нехарчової зони, мають бути достатньо великими, щоб забезпечити можливість їх очищення і, при необхідності, дезинфекції.

Нехарчову зону складають наступні вузли і деталі: щабель; платформа; підйомник; перекидач; всі інші поверхні.

Слід зазначити, що європейський стандарт EN 12331:2003 «Устаткування для виробництва харчових продуктів — Машини для подрібнення у фарш — Вимоги безпеки і гігієни» постійно доповнюється і удосконалюється. У 2010 р. до цього нормативного документа були внесені зміни, що в тій чи іншій мірі торкнулися всіх його розділів, і, згідно прийнятої Європейським комітетом із стандартизації CEN системі позначень, стандарт до внесення чергових змін позначається EN 12331:2003+A2:2010. Цей стандарт гармонізований російськими фахівцями, які розробили ГОСТ Р 53895-2010 (EN 12331:2003) «Машины и оборудование для пищевой промышленности. Волчки. Требования по безопасности и гигиене», який введений в дію з 01.01.2012 р.

В Україні також планується здійснити гармонізацію вказаного європейського стандарту — розробити національний стандарт ДСТУ EN 1233V.20XX «Устаткування для переробки харчових продуктів. Вовчки. Вимоги безпеки».

2. ПРОЕКТНИЙ РОЗРАХУНОК ВОВЧКІВ

2.1 Умовні позначення

В наведеній нижче методиці проектувального розрахунку вовчків використовуються наступні умовні позначення:

- D_p — зовнішній діаметр решітки, мм;
- d_p — діаметр центрального отвору решітки, мм;
- $D_{p.овв.p.}$ — діаметр зовнішньої границі розташування отворів решітки, мм;
- $d_{p.овв.p.}$ — діаметр внутрішньої границі розташування отворів решітки, мм;
- $\delta_{овв.}$ — відстань від шпонкового пазу до зовнішньої границі розташування отворів решітки, мм;
- $K_{p.в.}$ - критерій оцінки конструкції різального вузла (РВ);
- K_1 — коефіцієнт продуктивності різального вузла;
- K_2 — коефіцієнт подрібнювальної дії різального вузла;
- K_3 — коефіцієнт однорідності подрібнення;
- $R_{p.овв. p.}$ — зовнішній радіус границі розташування отворів решітки, мм;
- $r_{p.овв. p.}$ — внутрішній радіус границі розташування отворів решітки, мм;
- h_l — висота леза ножа (рахується по довжині різальної кромки леза), мм;
- a_l — ширина верхньої основи леза ножа, мм;
- b_l - ширина нижньої основи леза ножа, мм;
- e_l — ексцентриситет розташування леза ножа (відстань від центру решітки до початкової точки різальної кромки леза ножа), мм;
- α_n — кут між різальною та задньою кромками леза ножа, град;
- β_n — кут між задньою та різальною кромками двох сусідніх лез ножа, град;
- $\sigma_{p.в.}$ — відносний „живий” переріз РВ, який дорівнює відношенню площі решітки, вільної для проходження сировини, до загальної площі решітки;
- z_l — кількість лез ножа;
- S_l — площа одного леза ножа, мм²;
- K_β — коефіцієнт, що враховує відношення вільної площі решітки поміж лезами ножа до усїєї площі решітки;
- $\beta_l(\rho)$ — „вільний” кут поміж двома сусідніми лезами, град;
- ρ — середнє значення довжини леза ножа, мм;

- $\varphi_1(\rho)$ та $\varphi_2(\rho)$ – рівняння ріжучої та задньої кромки леза ножа в полярній системі координат;
- $\beta_{л. max}$ – максимальне значення „вільного” кута поміж двома лезами;
- $\beta_{л. min}$ – мінімальне значення „вільного” кута поміж двома лезами;
- l_{max} – довжина дуги із радіусом r_{max} поміж двома сусідніми лезами ножа, яка обмежена кутом $\beta_{л. max}$;
- l_{min} – довжина дуги із радіусом r_{min} , поміж двома сусідніми лезами ножа, яка обмежена кутом $\beta_{л. min}$;
- r_{max} – максимальне значення радіусу ножа, при якому відбувається подрібнення сировини ($r_{max}=R_{p.отв. p.}$);
- r_{min} – мінімальне значення радіусу ножа, при якому відбувається подрібнення сировини (в даному випадку $r_{min}=r_{p.отв. p.}$);
- $(x_0; y_0)$ та $(x_1; y_1)$ – координати точок, через які проведено пряму, у формі якої виконане лезо ножа, мм;
- M_{lmax} – момент сил, що прикладений до сторони профілю ножа
- q – розподілене навантаження, що прикладене до леза ножа, Н/м²;
- c_l – товщина леза ножа, м;
- W_l – міцність перерізу леза;
- $\sigma_{дон}$ – допустиме напруження.
- S – площа отвору, крізь який протискується сировина, м²;
- v – швидкість поступального руху сировини, м/хв;
- ρ_c – густина сировини, кг/м³.
- $S_{ж.р.вуз.}$ – загальна площа „живого” перерізу різального вузла, м²;
- $S_{р.пл.}$ – робоча площа вихідної решітки, м²;
- S_n – площа фронтальної проекції ножа, який контактує із вихідною решіткою, м²;
- z_l – кількість лез ножа;
- S_l – площа фронтальної проекції одного леза ножа, м²;
- $\varphi_{в.р.}$ – коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки;
- $n_{отв.}$ – кількість отворів в решітці;
- $d_{отв.}$ – діаметр отвору решітки, мм;
- $L_{в.ш.}$ – довжина витка шнека.
- $\alpha_{в. ш.}$ – коефіцієнт подачі або коефіцієнт використання шнека, що залежить від довжини шнека, зазорів між шнеком та стінкою циліндра та ін. ($\alpha_{в. ш.}=0,25\div 0,35$);
- $K_{зан.ш.}$ – коефіцієнт заповнення міжвиткового простору шнека ($K_{зан.ш.}=0,75\div 0,85$);
- $D_{ш.}$ – зовнішній діаметр шнека (по виткам), м;
- $d_{ш.}$ – діаметр валу шнека, м;
- $n_{ш.}$ – частота обертання робочого шнека, хв.⁻¹;
- $t_{ш.}$ – крок шнека, м;

- n_n — частота обертання ножа, хв.⁻¹; ;
- $V_{\text{част.}}$ — об'єм частинки сировини, м³;
- $L_{\text{част.}}$ — довжина частинки, м
- t — час поміж двома різальними діями ножа, на протязі якого витискується сировина з отвору решітки, с.
- t_1 — час повороту ножового валу на кут, що дорівнює куту поміж різальними кромками лез ножа, с;
- t_2 — час повороту ножового валу на кут, який відповідає ширині леза ножа на ділянці леза, що проходить понад вказаними рядом отворів вихідної решітки, с;
- ω_n — кутова швидкість обертання ножового валу, рад/с;
- $b_{\text{л.сер.}}$ — середнє значення ширини леза ножа, м.
- $i_{\text{р.ч.}}$ - індекс розтягнутості частинки сировини;
- $F_{\text{подр.}}$ — теоретичний ступінь подрібнення сировини;
- $S_{\text{вих. р.}}^{\text{min}}$ — мінімально допустиме значення товщини вихідної решітки, мм;
- $S_{\text{вих. р.}}$ — прийняте значення товщини вихідної решітки, мм;
- P — тиск у різальному вузлі, Па;
- γ - коефіцієнти приведення жорсткості;
- μ — коефіцієнт Пуасона;
- $\omega_{\text{р.мах}}$ - максимальний прогин решітки, м;
- M_r - радіальний момент, що згинає диск решітки, Н·м/м;
- M_t — окружний момент, що згинає диск решітки, Н·м/м;
- $S_{\text{трик.}}$ — сторона рівнобічних трикутників, по вершинам яких розташовані отвори решітки, м;
- $\sigma_{\text{екв.}}$ - еквівалентне напруження, МПа;
- σ_T — напруження текучості, МПа;
- $n_{\text{зап.м.}}$ — коефіцієнт запасу міцності решітки;
- $S_{\text{прив. р.}}$ — приведена товщина решітки, мм;
- $\mu_{\text{б.р.}}$ - коефіцієнт бокового розпору;
- $q_{\text{б}}$ — величина бокового тиску, МПа;
- q_0 — величина залишкового бокового тиску, МПа;
- u — площа поперечного перерізу елементарного шару сировину, м²;
- l — периметр поперечного перерізу елементарного шару сировини, м;
- $f_{\text{тр.}}$ — коефіцієнт тертя сировини по стінкам отвору решітки;
- $L_{\text{отв.}}$ — довжина отвору решітки, м;
- $L_{\text{к. отв.}}$ — довжина конічного отвору решітки, м;
- $\alpha_{\text{кон.}}$ — кут нахилу твірної конуса конічного отвору решітки, град;
- d_n — відстань між отворами решітки, яка обумовлена технологічними вимогами виготовлення решітки, м;
- $\delta_{\text{пер.}}$ — величина перемички поміж двома отворами решітки, м;

- P_l – лобовий опір решітки (опір перемичок поміж отворами решітки), МПа;
- P_c – внутрішній гідравлічний опір отворів решітки, МПа;
- d_1 – найбільший діаметр конічних отворів решітки, м;
- P_c^k – опір конічної ділянки отворів решітки, МПа;
- $P_{ц}^k$ – опір циліндричної ділянки конічних отворів, МПа;
- $S_{пром.р.}$ – товщина проміжної решітки, мм;
- i – коефіцієнт, що враховує кратність значення товщини решітки відносно значення довжини частинки сировини ($i=1, 2, \dots, 5$);
- n_n – частота обертання ножів, c^{-1} ;
- $k_{ц}$ – коефіцієнт, що враховує кількість циклів перезаточування решітки під час всього терміну її експлуатації ($k_{ц} = 20 \div 30$);
- t_m – глибина шару металу решітки, який знімається при 1 переточуванні, м;
- $v_{терт}$ – швидкість тертя леза по решітці вовчка, м/с;
- $\rho_{закр.}$ – радіус закруглення леза ножа вовка, мкм;
- $I_{сп}$ – величина граничного зношування (при досягненні якого проводиться переточування леза), мм.
- I_{max} – граничне значення зношування різальної кромки ножа на ділянці леза, яка знаходиться найближче до осі обертання ножа, мм;
- I_{min} – граничне значення зношування різальної кромки ножа на ділянці леза, яка знаходиться на максимальній відстані від осі обертання, мм;
- $K_{р.зн.}$ – коефіцієнт рівномірності зношування леза по його довжині;
- α_D – кут підйому гвинтових ліній на периферії витків шнека, град;
- α_d – кут підйому гвинтових ліній на валу шнека, град;
- k_o – коефіцієнт відставання переміщення частинок продукту шнеком в осьовому напрямі;
- $d_{нр}$ – мінімально допустиме значення діаметру валу шнека, м;
- $\delta_{в.ш.}$ – товщина витка шнека в осьовому напрямі по зовнішньому діаметру, м;
- $\omega_{ш}$ – кутова швидкість обертання шнека, рад/с;
- $F_{в.п.к.}$ – площа внутрішньої циліндрової поверхні корпусу шнекового пристрою, m^2 ;
- $F_{в.ш.}$ – площа однієї сторони поверхні шнекового витка на довжині одного кроку шнека, m^2 ;
- $l_{зв.л.}$ – розгортка гвинтової лінії по валу шнека, м;
- $L_{зв.л.}$ – розгортка гвинтової лінії по витках шнека, м;
- $M_{кр}$ – крутний момент на валу шнека, Н;
- $P_{вісь}$ – осьове зусилля;
- n_t – кількість робочих кроків шнека;

- $S_{в.ш.}$ – площа поперечного перетину валу шнека, m^2 ;
- $W_{р.ш.}$ – полярний момент опору поперечного перетину валу шнека, m^3 .
- $\sigma_{сж}$ – нормальне напруження стискування, МПа;
- τ – дотичне напруження, МПа;
- $M_{з.ш.}$ – згинальний момент на внутрішньому контурі пластинки витка, Н·м;
- $\sigma_{зг}$ – найбільше напруження згинання, МПа;
- $b_{гв.ш.}$ – ширина гвинтової поверхні, м;
- $l_{в.ш.}$ – довжина гвинтової лінії по валу шнека в межах одного кроку шнека, м;
- $L_{в.ш.}$ – довжина гвинтової лінії по витку шнека в межах одного кроку шнека, м;
- α_n – кут вирізу пластини;
- D_n – зовнішній діаметр кільця;
- d_n – внутрішній діаметр кільця;
- Π_1 – продуктивність шнека по найближчому ряду отворів решітки до осі шнека;
- Π_2 – продуктивність шнека по найближчому ряду отворів решітки;
- K_{Π} – коефіцієнт однорідності подачі шнека;
- N_1 – потужність, що витрачається на розрізання продукту, кВт;
- N_2 – потужність, необхідна для здолення сил тертя в деталях різального механізму, кВт;
- N_3 – потужність, що витрачається на роботу живильника, тобто шнекового механізму, кВт;
- A_S – питома витрата енергії на різання або утворення одиниці площі перерізу сировини, кДж/ m^2 ;
- ΣS_{P_i} – сумарна робоча площа ножових решіток, m^2 ;
- $S_{р.пр.р.}$ – робоча площа приймальної решітки, m^2 ;
- $S_{пер.}$ – площа перемички, m^2 ;
- $a_{пер.}$ – ширина перемички, м;
- $b_{пер.}$ – довжина перемички, м;
- z_p – кількість решіток;
- P_3 – необхідний тиск затягування різальних інструментів. Па;
- $b_{конт.}$ – ширина смуги контакту леза ножа з решіткою, м;
- P_n – нормальна до поверхні шнека сила, яка притискає продукт, Н;
- P – тиск продукту в робочій камері, необхідний для ефективного подрібнення, МПа;
- $z_{в.ш.}$ – кількість витків шнека;
- $R_{ш}, r_{ш}$ – відповідно зовнішній радіус витків шнека та радіус валу шнека, м;
- β_c – середній кут підйому витків шнека, град;

- $P_{окр}$ – окружна сила, Н;
- $f_{тр. ш.}$ – коефіцієнт тертя продукту по матеріалу шнека
- $M_{окр}$ – момент окружної сили, Н·м.

2.2 Вибір конструктивних рішень при проектуванні вовчка

Елементи конструкції вовчка, як і будь якого іншого виду обладнання, тісним чином пов'язані між собою функціонально. Це визначає пряму залежність конструктивного виконання і кінематичних параметрів одних елементів вовчка від конструктивного виконання інших його елементів. В свою чергу, конструктивне виконання робочих органів, елементів приводу, станини та системи керування вовчка визначає його технологічні та експлуатаційні показники. Для того, щоб приймати вірні проектні рішення необхідно глибоко розуміти всі системні взаємозв'язки конструкції машини.

Аналіз відомих літературних джерел (в тому числі див. п. 1) дозволяє сформулювати такі вимоги до конструкції вовчка, як до машини для подрібнення м'яса:

- 1) висока продуктивність;
- 2) якісне розрізання волокон м'яса;
- 3) мінімальне витискування м'ясного соку із сировини;
- 4) низька енергоємність роботи;
- 5) мінімальний нагрів сировини при переробці;
- 6) можливість подрібнення замороженої м'ясної сировини (в тому числі без необхідності заміни робочих органів: шнеків, ножів, решіток);
- 7) відсутність пульсацій споживаної потужності при роботі різального комплексу;
- 8) оснащеність вбудованим завантажувачем сировини;
- 9) автоматичний контроль якості переробки сировини;
- 10) автоматичний контроль процесу роботи машини.

До конструкції решіток різального вузла висуваються такі вимоги:

- 1) висока різальна здатність;
- 2) велика площа загального живого перерізу решітки;
- 3) низькі витрати енергії на вдавлювання сировини в отвори;
- 4) низькі витрати енергії на проштовхування сировини крізь отвори;
- 5) низькі витрати енергії на тертя в парі з ножем;
- 6) наявність функції жилювання сировини;
- 7) висока зносостійкість;
- 8) висока надійність роботи (уникнення забивання отворів);
- 9) висока міцність та жорсткість решітки;

- 10) висока технологічність виготовлення решітки;
- 11) висока однорідність ступеня подрібнення сировини.

Вимоги до конструкції ножів:

- 1) якісне розрізання м'язової та сполучної тканини м'яса;
- 2) висока пропускна спроможність у складі різального вузла;
- 3) низькі витрати енергії на різання сировини;
- 4) низькі витрати енергії на тертя в парі з решітками;
- 5) висока зносостійкість лез;
- 6) наявність функції жилювання сировини;
- 7) висока міцність лез та маточини;
- 8) високий ступінь подрібнення сировини;
- 9) висока однорідність подрібнення сировини;
- 10) наявність змінних ріжучих елементів;
- 11) підвищена нагнітаюча здатність ножа;
- 12) висока технологічність виготовлення ножа;
- 13) малі витрати на перемішування сировини поміж решітками;
- 14) забезпечення щільного прилягання лез до торцю решітки;
- 15) уніфікація будови.

Вимоги до конструкції робочого шнека наступні:

- 1) висока продуктивність;
- 2) можливість створювати високий нагнітальний тиск;
- 3) надійне захоплення сировини в зоні бункера;
- 4) низькі витрати енергії на тертя шнека об сировину;
- 5) високий ступінь заповнення площі решітки в кожний момент часу;
- 6) можливість брати участь в процесі подрібнення сировини (попереднє подрібнення заморожених м'ясних блоків загостреним витком шнека в зоні бункера або утворення різальної пари з приймальною решіткою завдяки використанню різальних вставок, що кріпляться на останньому витку шнека);
- 7) висока зносостійкість.

Вимоги до конструкції пристрою фіксації різального комплекту:

- 1) забезпечення надійної фіксації деталей різального комплекту;
- 2) можливість швидкої зміни різального комплекту;
- 3) можливість компенсації зношування ножів і решіток;
- 4) можливість реалізації заданого зусилля стискання різального комплекту;
- 5) можливість фіксації приймальних решіток від коливань, що виникають внаслідок кругової подачі сировини шнеком;
- 6) уникнення перекошування деталей різального комплекту при його фіксації.

До конструкції станини та до загального компоновання машини висуваються наступні вимоги:

- 1) достатня ємність приймального бункера;
- 2) забезпечення такої висоти зрізу бункера, що зручна для завантаження сировини;
- 3) забезпечення швидкого та зручного встановлення напільного візка під горловину вовчка (для приймання сировини, що надходить із різального вузла);
- 4) наявність захисних пристосувань, що підвищують безпечність праці обслуговуючого персоналу (захисна рамка навколо бункера, відкидний кожух на горловині різального вузла, дверцята станини з електроблокуванням тощо);
- 5) унеможливлення потрапляння мастильних матеріалів в зони транспортування та переробки сировини;
- 6) забезпечення ефективної, зручної та швидкої санітарної обробки;
- 7) гладка поверхня зовнішніх та тих елементів, що контактують із сировиною;
- 8) відсутність суворо горизонтальних поверхонь серед тих, що підлягають санітарній обробці;
- 9) механізована видача робочого шнека;
- 10) можливість зручного та швидкого встановлення подавального шнека;
- 11) наявність талі для встановлення робочого шнека (для крупногабаритних вовчків та вовчків-дробарок);
- 12) наявність відкидних підніжок та оглядових майданчиків;
- 13) вільний доступ до елементів приводу та електрошафи;
- 14) наявність централізованої системи мащення підшипникових опор;
- 15) наявність централізованої системи миття.

Вимоги до будови приводів:

- 1) гарантований запас встановленої потужності;
- 2) наявність декількох значень робочих швидкостей обертання валу електродвигуна;
- 3) індивідуальні приводи для робочого і подавального шнеків, завантажувального механізму;
- 4) використання частотного перетворювача в системі приводу;
- 5) захищеність електродвигуна від вологи та пилу;
- 6) забезпечення надійного охолодження електродвигуна головного приводу;
- 7) захищеність від силового та теплового перевантаження;
- 8) можливість зручного регулювання натягу ременів клино- або зубчастопасової передачі.

До системи керування висуваються такі вимоги:

- 1) можливість програмування режимів роботи вовчка в широкому діапазоні;
- 2) забезпечення контролю температури сировини до- і після подрібнення;

- 3) зручний та інформативний інтерфейс пульта керування;
- 4) наявність кнопок або перемикачів „швидкого” та аварійного керування роботою машини;
- 5) забезпечення можливості роботи з кнопками та перемикачами „швидкого” і аварійного керування при забрудненому стані (може виникати при роботі з напільним візком тощо) рук оператора;
- 6) можливість автоматичного адаптування режимів роботи машини до фізико-механічних властивостей перероблюваної сировини;
- 7) можливість контролю та зміни параметрів роботи машини за допомогою мережі *INTERNET*;
- 8) можливість протоколювання режимів та параметрів роботи машини.

Головною задачею при проектуванні вовчка є забезпечення заданої продуктивності. В більш широкому технічному сенсі – це забезпечення високої питомої продуктивності, яка дасть можливість зменшити капітальні та експлуатаційні витрати на одиницю виготовленої продукції.

Системний підхід дозволяє встановити [24], що головна функція вовчка розкривається не при використанні даної машини окремо, самої по собі, а при використанні її у системі з іншим обладнанням – у технологічній лінії (наприклад, по виготовленню ковбас). В той же час головним техніко-економічним показником продовольчого обладнання, що визначає можливість використання конкретної конструкції у складі проекрованої лінії, є технічна продуктивність [25], яка в свою чергу залежить від теоретичної продуктивності.

Вовчок, найчастіше, використовується для попередньої обробки сировини перед її подрібненням на кутерах або емульситаторах. Різні конструкції вовчків можуть зумовлювати різний ступінь подрібнення сировини, але коливання цього показника не можуть розглядатись як визначальні тому, що ступінь подрібнення на кутері чи емульситаторі значно вищий (через вищу у 10÷20 разів частоту обертання ножів). Через це вовчок не здатен замінити наступну по технологічному ланцюгу машину – куттер.

Звідси випливає висновок, що характеристика ступеню подрібнення сировини для вовчка є важливою, але у порівнянні з можливістю забезпечити задану продуктивність усієї лінії являється другорядною. Це вказує на те, що забезпечення заданої (високої) продуктивності є найбільш важливою задачею проектування вовчків.

Вирішення цієї задачі досягається декількома шляхами – збільшенням діаметру решіток різального комплекту, підвищенням частоти обертання шнека, використанням двозаходного шнека, зменшенням ширини лез ножів та ін.

На практиці головним способом підвищення продуктивності є саме застосування різальних вузлів збільшених діаметрів. Це дозволяє суттєвим чином збільшити загальну площу отворів, крізь які може подаватись

сировина. Причому даний спосіб може застосовуватись практично без обмежень щодо необхідного підвищення продуктивності, наразі використовуються вовчки із діаметрами решіток не лише 200÷250 мм, а й 300 і навіть 400 мм. Недоліком цього шляху підвищення продуктивності є значне збільшення металоємності, як робочих органів вовчка, так і машини в цілому, що призведе до істотного підвищення її собівартості.

Іншим шляхом є підвищення *питомої* продуктивності вовчка, що дозволяє в межах заданих габаритів та маси машини покращувати її техніко-економічні показники без надмірних на те капітальних витрат.

Так підвищення частоти обертання робочого шнека, яким сировина подається у різальний комплект вовчка, дозволяє збільшити кількість сировини, яка в одиницю часу пропускається крізь різальний комплект. Але даний спосіб має обмеження щодо свого застосування – для підвищення продуктивності дієвим є лише певний діапазон значень частоти обертання шнека (як правило, не більше 400 хв^{-1}) при перевищенні якого зростання продуктивності припиняється. Це пояснюється тим, що при підвищенні частоти обертання шнека підвищується швидкість руху сировини крізь різальний комплект, але збільшення швидкості руху сировини крізь отвори решіток викликає суттєве зростання їх гідравлічного опору, що призводить до зменшення подавальної здатності робочого шнека.

Застосування у вовчках двозаходного робочого шнека також призводить до підвищення їх питомої продуктивності. Це відбувається завдяки тому, що двозаходний шнек має удвічі більшу кількість зон активної подачі сировини до решіток у порівнянні зі звичайним однозаходним робочим шнеком, в якому в кожний момент часу сировина переважно подається не по усій робочій площі решітки, а лише в межах деякого сектору, що розташований в зоні кінця останнього витка. Проте двозаходні шнеки внаслідок суттєвого збільшення кроку між витками характеризуються значно більшими кутами підйому витків. На практиці це означає, що при невеликому гідравлічному опорі різального вузла (при використанні вихідної решітки з крупними отворами) двозаходні шнеки володіють підвищеною продуктивністю, а при значному гідравлічному опорі різального вузла (при використанні вихідної решітки з мілкими отворами) - меншою продуктивністю у порівнянні зі звичайними однозаходними шнеками.

Підвищити одиничну продуктивність вовчка можна також шляхом раціонального розташування отворів вихідної решітки. Так розташування отворів по вершинам рівнобічних трикутників (в „шаховому” порядку) дозволяє більш повно використовувати робочу площу решітки в порівнянні з розташуванням отворів по вершинам квадратів. Це в решті дозволяє „вписати” в задану площу решітки більшу кількість отворів, чим і підвищити пропускну здатність різального вузла. В сучасних

конструкціях решіток застосовується також розташування отворів по спіралі (рис. 1.46, б), яке обумовлює достатньо щільне їх розташування.

При використанні вихідної решітки з отворами більшого діаметру спостерігається відчутне підвищення продуктивності вовчка. Причиною є те, що збільшення діаметру отворів призводить до збільшення площі „живого” перерізу решітки і, як наслідок – до значного полегшення процесу подачі сировини крізь різальний вузол.

Будова ножів також впливає на значення одиничної продуктивності вовчка. Задля підвищення продуктивності слід намагатись мінімізувати площу фронтальної проекції ножа. Це дасть можливість зменшити кількість отворів решітки, які перекриваються лезами ножа, і таким чином збільшити вільний простір для проходження сировини. Досягти такого результату можна зменшенням площі (в даному випадку слід розуміти - ширини) лез, а також зменшенням їх кількості (див. вираз (39)).

Підвищити ступінь використання робочої площі решіток різального вузла можна виконавши їх кільцевої форми [26, 27]. Така будова різального вузла зумовлює зменшену висоту лез ножа, а відтак – менше навантаження кожного леза та, відповідно, меншу довжину його основи та меншу площу його поверхні. В результаті досягається менша площа фронтальної проекції ножа та більша до 15% робоча площа решітки, яка вільна для проходження сировини.

Як зазначалось в п. 1.1, будова різального комплексу впливає на продуктивність вовчка. Так використання трьох решіток (чотирьох різальних площин) дозволяє підвищити продуктивність машини на 55% у порівнянні з комплектом, який містить 2 решітки, та на 70% у порівнянні з комплектом, який містить 1 решітку. Причому одночасно з підвищенням продуктивності досягається зменшення енерговитрат на роботу приводу.

Іншою особливістю впливу процесу подрібнення сировини на продуктивність вовчка є збільшення продуктивності при інтенсифікації саме процесу різання. Так застосування у вовчку роздільного приводу робочого шнека та ножового валу (див. рис. В.1÷В.5 додатка В) дозволяє підвищити частоту обертання ножів по відношенню до шнека. При такому виконанні вовчка сировина подрібнюється більш мілко, внаслідок чого підвищується її текучість та зменшуються зусилля, необхідні для проштовхування сировини крізь отвори решіток. В результаті питома продуктивність вовчка зростає на 25÷60%. Проте подальше підвищення продуктивності стає неможливим, оскільки швидкообертові ножі відтісняють сировину та ускладнюють її подачу робочим шнеком.

Описані вище способи спрямовані на підвищення теоретичної продуктивності вовчка. Проте на практиці визначальну роль відіграє технічна або фактична продуктивність, яка залежить в тому числі і від надійності роботи машини, від надійності здійснення робочого процесу в ній.

Задля покращення даного показника промислові вовчки оснащуються допоміжним шнеком, який призначений для надійного та безперебійного подавання шматків сировини з бункера до робочого шнека. Завдяки використанню подавального шнека виключаються такі явища, як зависання сировини в бункері та ненадійне захоплення сировини витками робочого шнека. В конструкції вовчка може використовуватись 1 або 2 подавальні шнеки, що розташовані паралельно або ж перпендикулярно до шнека робочого. Найбільш раціональною вважається перпендикулярне розташування подавального шнека, який при цьому має конічну форму з діаметром витків, що зменшується по напрямку подачі сировини. Такий подавальний шнек надійно захоплює шматки сировини в бункері, стискає їх та надійно нагнітає у міжвитковий простір робочого шнека.

Ще одним технічним рішенням у вовчках, що призначене для підвищення їх фактичної продуктивності, є застосування різального комплексу з функцією жилювання сировини (див. рис. 1.45, 1.47, 1.49, 2.28). Така будова різального вузла дозволяє одночасно із подрібненням сировини виводити з різального комплексу крупні тверді частинки (жили, хрящі, скалки кісток), які не можуть бути протиснені крізь мілкі отвори вихідної решітки. Завдяки цьому виключається можливість забивання отворів вихідної решітки та, відповідно, усувається необхідність час від часу зупиняти машину і проводити чищення різального вузла.

Наступним важливим параметром роботи вовчка є якість обробки продукту, яка характеризується, насамперед, якістю різання м'язової і сполучної тканини, а також вологовмістом фаршу.

Якість різання сировини визначається, головним чином, різальною здатністю ножів, що залежить від кута загострення лез та від їх геометричної форми. Як відомо, меншому куту загострення леза відповідає менше зусилля різання сировини та менші стискаючі і зминаючі зусилля, що діють на неї. Це позитивно відбивається на „розкритті” білків м'язової тканини, ефективності перерізання тонких сполучних плівок та на енергоємності роботи машини. Проте при надмірному зменшенні кута загострення леза воно втрачає свою жорсткість і починає згинатися під дією сил різання, при цьому збільшуються енерговитрати, погіршується процес різання та часто відбувається руйнування леза [1]. До того ж, при зменшенні кута загострення зменшується зносостійкість різальної крайки та знижується параметрична надійність ножа. На практиці використовуються кути загострення лез ножів вовчка в межах $90^\circ \div 60^\circ$.

Для того, щоб забезпечити одночасне поєднання малого зусилля різання сировини та належної міцності леза використовують явище кінематичної трансформації кута різання [28] при переході від прямолінійної форми леза до криволінійної.

З'ясувати сутність кінематичної трансформації кута різання можна за схемами, що наведені на рис. 2.1. В загальному випадку вектор сили різання v_p в даній точці леза направлений перпендикулярно до радіусу обертання даної точки. Для ножа, що має прямолінійні леза, різальні окрайки яких розташовані радіально (рис. 2.1, а), спостерігатиметься співпадання вектору сили різання v_p та нормалі n до дотичної, що проведена в даній точці леза. В такому разі кут різання буде відповідати куту загострення леза β (відповідно до рис. 2.1, г) і параметри процесу подрібнення будуть відповідати саме куту β .

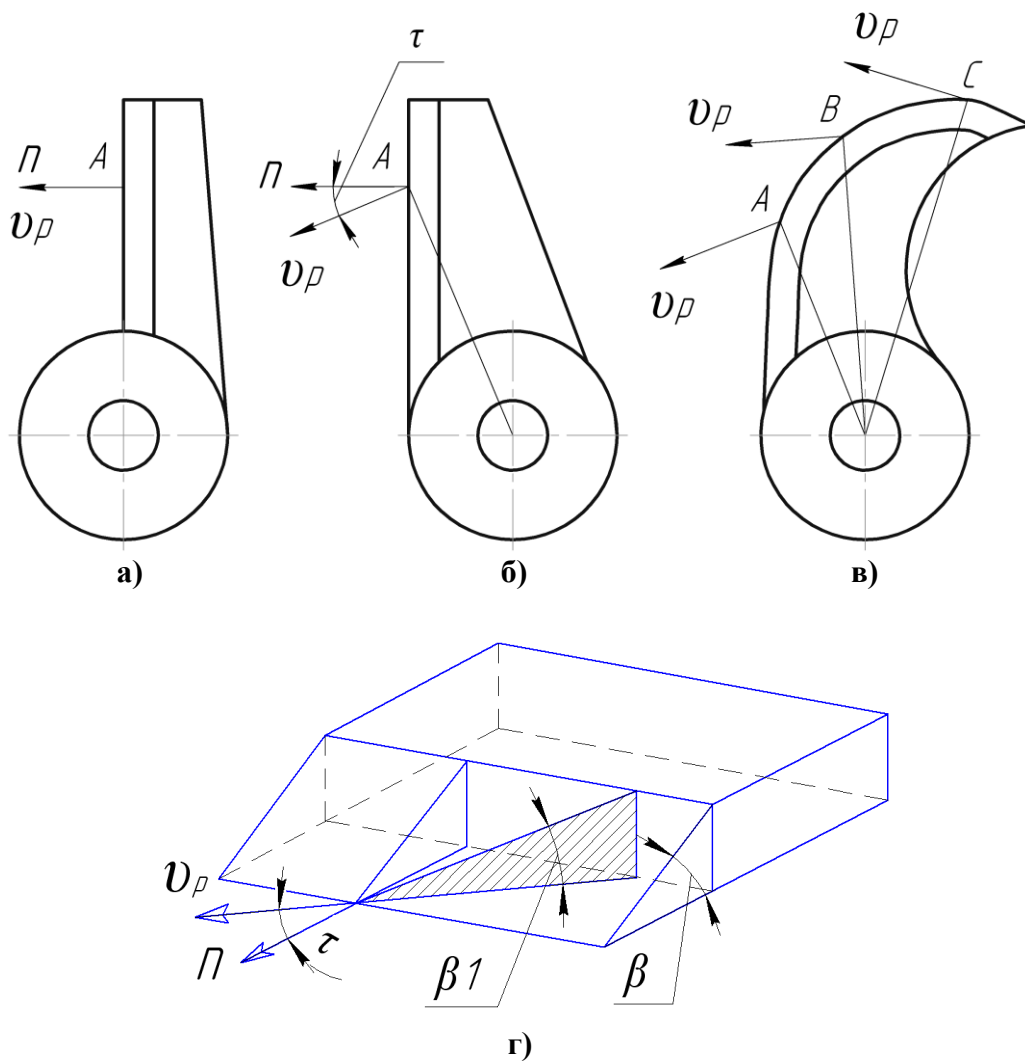


Рис. 2.1. Напрямок сили різання для лез різної геометричної форми:
 v_p – вектор сили різання; n – нормаль до дотичної леза ножа; τ – кут ковзання; β – кут загострення леза; β_1 – кінематичний кут різання

Будова ножів із криволінійними (серповидними) лезами зумовлює більш яскраво виражену кінематичну трансформацію кута різання. Як видно з рис. 2.1,в та рис. 2.1,г, в точках A , B і C вектор сили різання v_p перетинає лезо ножа під різними кутами τ , що призводить до різних значень кінематичного кута різання β_1 в цих точках. Для криволінійних лез в точках, що найбільш віддалені від осі обертання, спостерігаються

найменші значення кінематичного кута різання: $\beta_{1C} < \beta_{1B} < \beta_{1A}$. Цим самим забезпечуються найкращі умови різання сировини та найменші енерговитрати на процес різання.

На якість різання сировин впливає також конструктивне виконання решітки. Окрайки отворів решітки 1 сумісно з лезами 2 ножа утворюють різальні пари, які безпосередньо подрібнюють сировину. При цьому, найчастіше, лише леза 2 ножа мають кут загострення, що менший з 90° . Циліндричні отвори решітки 1, які розташовані перпендикулярно до її торцю, обумовлюють прямий кут загострення різальних крайок (рис. 2.2, а), що суттєвим чином погіршує показники процесу подрібнення.

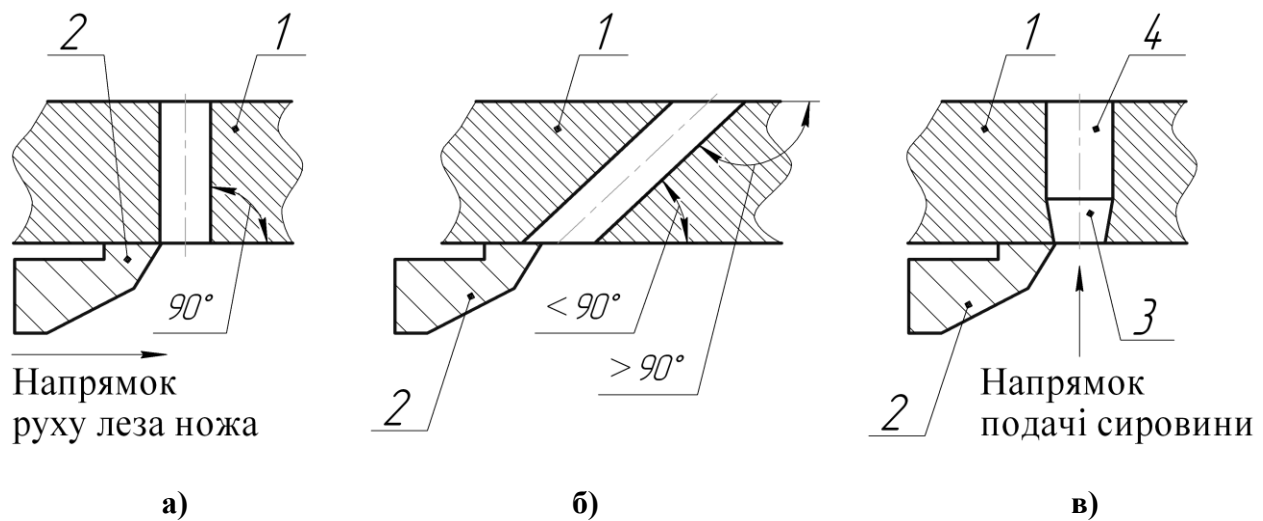


Рис. 2.2. Види будови отворів решіток вовчка:

- а) – циліндричний отвір, що перпендикулярний до торцю решітки;
 б) – циліндричний похилий отвір; в) – отвір, що містить ділянки різної конфігурації

В деяких випадках виробники різального інструменту пропонують споживачеві решітки, циліндричні отвори яких просвердлено під гострим кутом до торцю (рис. 2.2, б). Такі отвори володіють покращеними різальними властивостями внаслідок кута загострення різальних крайок $< 90^\circ$. Недоліком отворів даної будови є погіршення умов проштовхування сировини всередині отворів, як внаслідок їх розташування під кутом до напрямку подачі сировини, так і внаслідок збільшення довжини отвору, що особливо негативно відбивається на роботі отворів малого діаметру. Все це обумовлює надлишкове стискання сировини та відтиснення м'ясного соку. Ще одним недоліком циліндричних похилих отворів є неможливість їх використання для проміжних решіток різального вузла, оскільки на зворотному торці решітки утворюються різальні крайки з кутом загострення $> 90^\circ$. Як результат, циліндричні похилі отвори виконують лише збільшених діаметрів і застосовують тільки для вихідних решіток. В приймальних же решітках широко застосовується виконання однієї з граней фасонного отвору розташованою під кутом до торцю, що дозволяє зменшити зусилля подрібнення кускової м'ясної сировини.

Вологовміст фаршу також в значній мірі визначає якість обробки сировини, причому в даному випадку більш коректно буде говорити не лише про якість, а й про кількість отриманого продукту. Високий вміст м'ясного соку в сировині дозволяє отримувати кінцевий продукт з кращими смаковими властивостями та більш ніжною консистенцією. В той же час наявність м'ясного соку обумовлює підвищену масу сировини, яка визначає кількість виготовленого кінцевого продукту, що дозволяє підвищену рентабельність виробництва.

Зниження вологовмісту відбувається внаслідок надлишкового стискання м'ясної сировини на різних етапах її переробки у вовчку - під час транспортування робочим шнеком, під час різання ножами і решіткам, але головним чином – під час вдавлювання сировини в отвори решіток і під час проштовхування її всередині них. Найбільш інтенсивне відтиснення м'ясного соку відбувається при подачі сировини крізь вихідну решітку, яка характеризується найбільшою площею перемичок поміж отворами та найбільшим гідравлічним опором отворів малого діаметру.

Як показано в п. 2.5, циліндричні отвори малих діаметрів володіють високим гідравлічним опором (ГО). Це відбувається внаслідок значно більшої їх протяжності при заданій товщині решітки в порівнянні з отворами більшого діаметру (наприклад, як для проміжних решіток). Причому залежність опору отвору від його довжини має експоненціальний характер (див. рис. 2.15), що призводить до значного підвищення гідравлічного опору при незначному збільшенні товщини решітки чи незначному зменшенні діаметру отвору.

Застосування ж суто конічних отворів дозволяє зменшити опір всередині отвору (рис. 2.17), проте при цьому значно збільшується площа перемичок поміж отворами та опір втисненню сировини в отвори, що призведе до більшого стискання сировини.

Конфігурація отвору, що наведена на рис. 2.2, в, дозволяє мінімізувати гідравлічний опір решітки [29]. Опір руху сировини всередині отвору мінімізується за рахунок використання конічної частини 3, а також за рахунок циліндричної частини 4, яка має менше значення відношення довжини до діаметру, що згідно (62) дозволяє істотно зменшити ГО циліндричного отвору. Одночасно з мінімізацією внутрішнього опору дана конфігурація отвору дозволяє забезпечити достатньо низький опір втисненню сировини в отвори. Це відбувається завдяки виконанню конусної ділянки 3 малої довжини, що призводить до помірного збільшення площі перемичок поміж отворами у порівнянні з суто конічними отворами (див. рис. 2.15). Недоліком таких отворів є значно менша технологічність їх виготовлення, яка обумовлена необхідністю використовувати спеціальний різальний інструмент та складне налагодження свердлильного верстата.

Вказана залежність (62) ГО отвору від співвідношення його довжини $L_{отв.}$ і діаметру $d_{отв.}$ дозволяє встановити, що збільшення товщини приймальної, проміжної та вихідної решіток по різному впливає на їх опір руху сировини. Зокрема визначальний вплив на гідравлічний опір здійснює так званий коефіцієнт подовження отвору $K_L=L_{отв.}/d_{отв.}$, що являє собою співвідношення довжини $L_{отв.}$ і діаметру $d_{отв.}$ отвору решітки. Залежність тиску опору від K_L експоненціальна. Отвори, для яких $K_L>3$ зумовлюють значно вищий тиск опору, ніж ті для яких $K_L=0,5\div 3$.

Згідно ГОСТ 28533-90 [30] товщина приймальних, проміжних і вихідних решіток одного типорозміру має бути однаковою (табл. 2.1). Проте для кожного з типів цих решіток значення коефіцієнтів подовження отворів K_L будуть різними. Так, наприклад, решітки із зовнішнім діаметром 160 мм пропонується виконувати товщиною 15 мм. Це означає, що для приймальної решітки з висотою отвору порядку 40 мм (див. рис. Г.10 додатка Г) значення коефіцієнта подовження буде $K_L=0,37$, для проміжної решітки з отворами діаметром 18 мм - $K_L=0,83$ (рис. 2.3), тоді, як для вихідної решітки з отворами діаметром 3 мм - $K_L=5$ (рис. 2.3). Таким чином значення ГО вихідної решітки буде значно вищим за опір двох інших решіток, причому коливання товщини вихідної решітки $S_{вих.р.}$ буде суттєво змінювати її ГО, а такі ж самі коливання товщини проміжної або приймальної решіток $S_{пр.р.}$ змінять їх опір незначно.

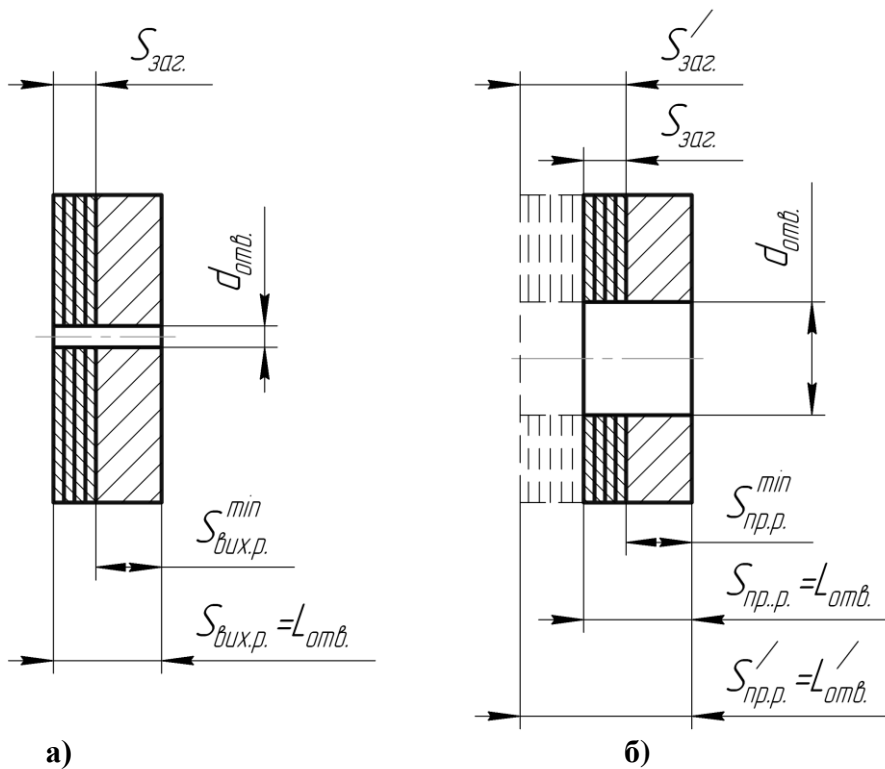


Рис. 2.3. Схема до визначення товщин решіток різального комплекту

Стає можливим зробити висновок, що товщину приймальної і проміжної решіток можна виконувати більшою, ніж товщину решітки

вихідної – $S_{np.p.} > S_{вих.p.}$. Це дасть можливість суттєвим чином зменшити собівартість решіток за рахунок збільшення припуску на переагострювання при сталій залишковій товщині решітки.

Як відомо, в процесі експлуатації решітки різальні крайки її отворів затуплюються. Задля відновлення їх ріжучих властивостей проводиться переагострювання решітки (зішліфовування шару металу). По закінченню життєвого циклу решітки (наприклад, після двох місяців експлуатації при середньому значенні коефіцієнта завантаження вовчка) вона утилізується, маючи при цьому мінімальну залишкову товщину $S_{вих.p.}^{min}$ (рис. 2.3). Допустиме значення $S_{вих.p.}^{min}$ обирається згідно забезпечення належної жорсткості решітки – при її деформації на величину $\omega_{p,max}$ між лезом ножа та торцем решітки утворюється відповідний зазор (рис. 2.12), чим недопустимо погіршуються умови різання сировини.

Таким чином, загальна товщина решітки $S_{вих.p.}$ складається з двох компонент – мінімально допустимої товщини $S_{вих.p.}^{min}$ та припуску на переагострювання $S_{заг.}$. Виконавши приймальну і проміжну решітки зі збільшеною товщиною $S'_{np.p.}$ (за рахунок збільшення товщини припуску на переагострювання $S'_{заг.}$), можна досягти зменшення їх собівартості. Так для описаних вище типорозмірів решіток з $S_{np.p.}=15$ мм товщину шару $S'_{заг.}$ можна збільшити з 7 мм до 14 мм. При цьому загальна товщина решітки дорівнюватиме $S'_{заг.}=23$ мм, а коефіцієнт подовження отворів діаметром 18 мм – $K'_L=1,5$. Розрахунок за виразом (62) дозволяє встановити, що ГО такої проміжної решітки залишиться суттєво нижчим за опір решітки вихідної, але при цьому собівартість решітки буде нижчою, оскільки на забезпечення роботи подвійного припуску для переагострювання $2S_{заг.}$ необхідно „витратити” лише „стандартну” кількість металу $S^{min}_{np.p.}$.

Поняття коефіцієнта подовження отворів K_L дозволяє встановити, що виконання мілких отворів у вихідній решітці виправдане не для усіх типорозмірів вовчків. Так отвори діаметром $1,5 \div 3$ мм недоцільно використовувати в решітках вовчків із зовнішнім діаметром понад 200 мм. Коефіцієнт подовження в такому разі становитиме $K_L=7 \div 14,5$, що обумовить значне збільшення ГО цих отворів. В такому разі багато з отворів будуть забиватися сировиною або ж процес подачі сировини взагалі припиниться через неможливість долання високого ГО вихідної решітки робочим шнеком вовчка.

Як видно з табл. 2.1, решітки зі більшим зовнішнім діаметром володіють більшою товщиною, що необхідне для забезпечення їх належної міцності під дією тиску нагнітання сировини. Отже необхідний диференційований підхід при проектуванні вихідних решіток вовчків різних типорозмірів. На практиці означене обумовлює два шляхи забезпечення належного ступеня подрібнення сировини у вовчках:

- використання в технологічній лінії двох вовчків (вовчок-дробарка з вихідною решіткою великого зовнішнього діаметру та з достатньо

крупними отворами перфорації і звичайний вовчок або вовчок-мішалка, вихідна решітка якого має такі параметри, що дозволяють застосування мілких отворів);

- застосування у вовчку подавального робочого органу з підвищеною нагнітальною здатністю – робочого шнека з витками малої висоти (див. рис. 1.41), двогвинтового насосу замість звичайного шнека (див. рис. 1.27), вбудованого ексцентриково-лопатевого насосу, що працює в парі з робочим шнеком (див. рис. 1.43).

Важливою вимогою для решіток вовчка є їх висока зносостійкість. Це досягається, переважно, обґрунтованим вибором належної марки матеріалу (див. п. 1.4). Але поряд із цим необхідно забезпечити і належну термічну обробку решітки (загартування), що, як відомо, дозволяє надати матеріалу найбільш високу твердість і, відповідно, найбільшу зносостійкість. В світлі даної задачі слід звернути увагу на специфічні вимоги щодо забезпечення твердості решіток і ножів різального комплекту вовчка.

Твердість решітки обов'язково має бути *вищою* за твердість лез ножа. Найчастіше решітка виконується твердістю $HRC\ 58\div 62$, а ніж – $HRC\ 48\div 52$ (див. рис. Г.5÷8 додатка Г). Таке виконання ножів та решіток дозволяє підвищити термін напрацювання ножів на відмову і, відповідно, підвищити надійність роботи вовчка.

Пояснюється це наступним. Після заточування леза ножа мають різальну окрайку, гострота якої характеризується вкрай малим значенням радіусу закруглення ρ_{min} (рис. 2.4, а).

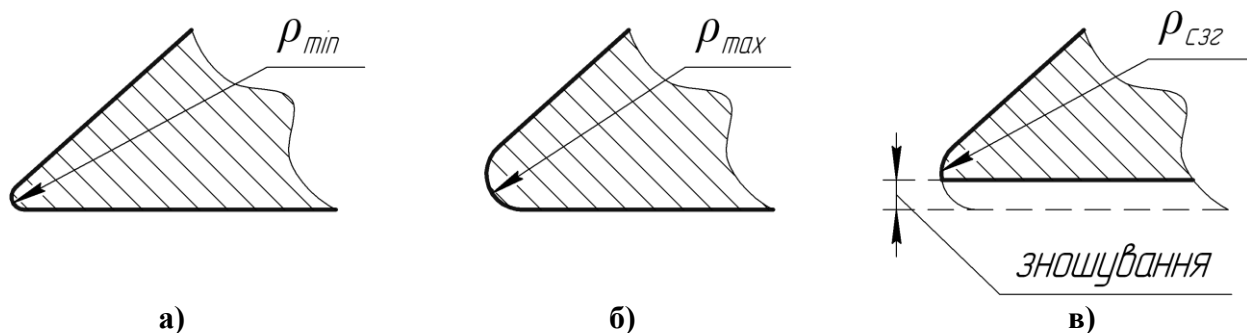


Рис. 2.4. Стадії зношування різальних окрайків лез ножа:

а) – гостре (заточене) лезо); б) – лезо, що зношене внаслідок контакту лише з сировиною; в) – лезо, що зношене внаслідок контакту з сировиною та металевою решіткою

Такі леза мають гарну різальну здатність, але в процесі подальшої їх роботи величина радіусу закруглення ρ збільшується (див. рис. 2.26), що з часом призводить до порушення нормального процесу різання сировини і до необхідності зупинки машини, заміни різального комплекту та подальшого його перезагострювання. Якщо б леза ножа вовчка в процесі

свої роботи контактували лише з сировиною (наприклад, як ножі кутера), то зношування відбувалось би з однаковою інтенсивністю з обох граней лева, що і призвело б при напрацюванні на відмову до збільшення радіуса закруглення різальної крайки до значення ρ_{max} (як за рис. 2.4, б). Проте принцип дії вовчка передбачає щільний контакт ножів із решітками. Це призведе до змін у процесі зношування різальних крайків лез: грань лева, яка третяся об решітку, зношується (в лінійному вимірюванні) значно швидше за ту грань, яка контактує лише зі сировиною (рис. 2.4, в). Внаслідок цього радіус закруглення різальної крайки лева $\rho_{сзг}$ суттєво зменшується у порівнянні з випадком, коли б тертя по решітці було відсутнім, тобто - відбувається процес самозагострення лева [31].

Забезпечення вказаної різниці у твердості решіток ($HRC\ 58\div 62$) та лез ножів ($HRC\ 48\div 52$) дозволяє забезпечити гарантоване та ефективне самозагострення ножів в процесі їх роботи. Внаслідок цього підвищується термін напрацювання ножів на відмову та забезпечується вища фактична продуктивність вовчка завдяки меншій кількості необхідних зупинок машини задля зняття та заміни різального комплекту.

Підвищити зносостійкість ножів та решіток можна не лише застосуванням зносостійких матеріалів та оптимальних режимів термічної обробки, а й шляхом зміцнення поверхневих шарів їх контактних поверхонь. Цей шлях реалізується двома способами - модифікацією поверхневого шару (саме зміцнення) та наплавлення на поверхневий шар зносостійкого покриття (з іншого, більш зносостійкого, матеріалу).

Зміцнення різального інструменту вовчків здійснюється багатьма методами [31]. Найбільшого поширення набула хіміко-термічна обробка. Так після хромування зносостійкість ножів вовчка підвищується в 1,5 рази, а двофазне борування решіток дозволяє підвищити їх напрацювання на відмову до 4÷5 разів. Хромування та хромо-титанування решіток дозволяє підвищити зносостійкість їх робочих поверхонь у 8÷12 разів. Однак, не дивлячись на переваги хіміко-термічної обробки (простота технічного оснащення), слід відмітити суттєві недоліки цих методів – великі витрати енергії та часу на проведення процесу. Ще одним недоліком є надто високе підвищення крихкості поверхневого шару, що призводить до сколювання робочих поверхонь різального інструменту та обумовлює надто високі вимоги до правил його експлуатації (виключення випадкових ударів, надмірних навантажень). Ці недоліки перешкоджають широкому застосуванню хіміко-термічної обробки для зміцнення ножів і решіток вовчка.

Застосування кріогенного зміцнення ножів вовчка призводить до підвищення їх довговічності у 2÷3 рази. Однак здійснення цього методу потребує складного технічного оснащення, та, відповідно, значних капіталовкладень. До того ж, позитивний ефект при зміцненні

спостерігається не в усіх випадках, що значно звужує можливість використання даного методу в промислових умовах.

Електроіскрове легування поверхневих шарів лез ножа вовчка дозволяє проводити насичення матеріалу легуючими елементами (W, Ti, Mo), що обумовлює підвищення довговічності ножа у 1,5÷2 рази. Перевагою даного методу поверхневого зміцнення є достатньо проста конструкція обладнання для його реалізації, недоліком же є – недостатньо висока його ефективність.

Грунтовно досліджені методи наплавлення зношених поверхонь ножів вовчка. Такий підхід дозволяє відновлювати робочі властивості спрацьованого різального інструменту. Так ручне електродугове наплавлення дозволяє наносити шари зносостійких матеріалів на леза ножа [32]. При цьому товщина нанесеного шару може сягати 2÷10 мм, а кількість шарів – від 2 до 4 (зادля попередження виникнення тріщин в наплавленому матеріалі доцільно перед наплавленням підігрівати ножі до 300÷400 °С). Відновлюванням ножів таким чином досягається, по-перше, поновлення їх життєвого циклу, а по-друге – підвищення зносостійкості у декілька разів в порівнянні зі звичайними ножами. При цьому вартість наплавлення одного ножа складає лише близько 15% від його собівартості, що обумовлює значний економічний ефект від використання даного методу. Ще однією перевагою електродугового наплавлення є достатньо проста конструкція обладнання та оснащення для його реалізації.

Серед відомих методів зміцнення ріжучого інструменту м'ясорізальних машин достатньо високою комплексною ефективністю володіє метод іонно-плазмового азотування, яке дозволяє підвищити довговічність ножів до 4÷5 разів. Проте недоліком такого методу є підвищена складність конструкції та металоємність технологічного обладнання, а також значні енерговитрати та витрати часу на проведення робочого процесу.

Високою ефективністю для підвищення зносостійкості ножів вовчка володіє технологія імпульсно-плазмової обробки [33]. Цей метод розроблений вченими Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України Тюріним Ю. М. та Колісниченком О. В. Він дозволяє проводити, як суто поверхнєве зміцнення матеріалу інструменту, так і детонаційне напилювання зносостійких покриттів на нього. При імпульсно-плазмовому зміцненні короткотривалий температурний вплив забезпечується завдяки використанню вибухових речовин (газу) та посиленню детонаційних хвиль електромагнітним полем поміж електродними вузлами. Також в процесі обробки відбувається легування поверхні інструменту продуктами ерозії металевого електроду (молібден, вольфрам) та газу (пропан, азот). Переваги технології імпульсно-плазмового зміцнення обумовлюють високу її ефективність (як при імпульсному лазерному зміцненні), високу продуктивність (до 0,5 м²/год), значно більший ККД нагріву (0,8 проти

0,05) та меншою у десятки разів вартістю технологічного обладнання у порівнянні з технологією лазерного зміцнення. Після імпульсно-плазмового зміцнення зносостійкість ножів вовчка збільшується до 4-х разів [33]. Після нескладного переналадження (заміни соплового модуля) це ж саме обладнання може використовуватись для детонаційного напилювання зносостійких матеріалів на зношені поверхні.

Поряд із вказаними технологіями відомий конструктивний метод підвищення довговічності ножів та решіток вовчка [34], який заснований на використанні ефекту вибіркового перенесення в парі тертя „ніж-решітка”. Як відомо, даний ефект виникає в парах тертя, що містять бронзові елементи, і полягає в перенесенні („мігруванні”) продуктів зношування з одних поверхонь на інші (наприклад, з леза ножа на поверхню решітки і навпаки). Реалізація цього ефекту в різальному комплекті вовчка можлива у двох випадках - при модифікації конструкції решітки (рис. 2.5, а) і при модифікації конструкції ножа (рис. 2.5, б). Так поміж отворами 1 решітки пропонується запресовувати бронзові вставки 2, що, однак, обумовить значну трудомісткість виготовлення решітки. Значно менших змін в стандартній будові різального інструменту потребує конструкція ножа (рис. 2.5, б), що містить змінні різальні вставки 3 та бронзові вставки 4, які гвинтами 5 кріпляться до лез 6 ножа. При роботі такого ножа в різальному комплекті відбувається підвищення його довговічності та довговічності решіток 7 до 2,5 разів.

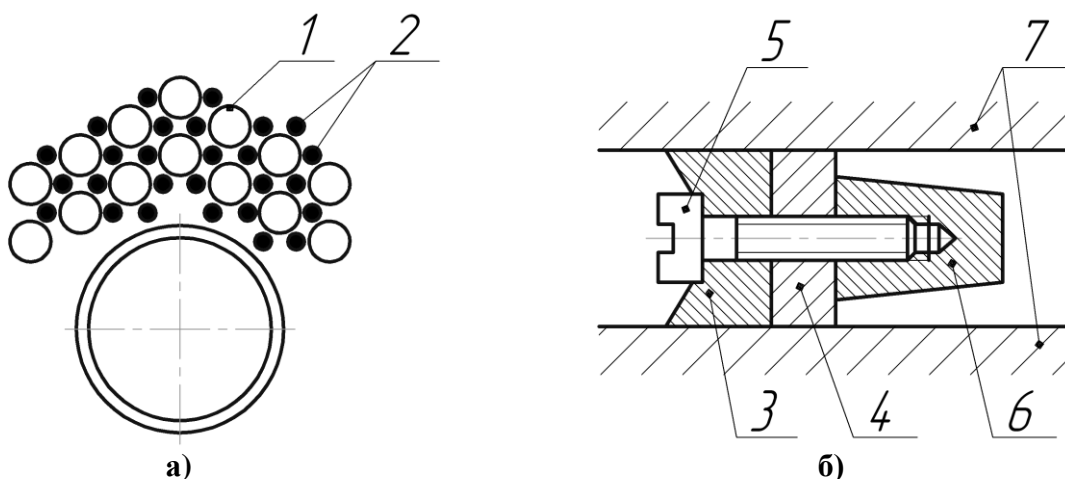


Рис. 2.5. Деталі різального комплекту, конструкція яких передбачає реалізацію ефекту вибіркового перенесення

При проектуванні ножів слід пам'ятати, що їх будова суттєвим чином впливає не лише на продуктивність вовчка, а й на ступінь подрібнення сировини. Задля забезпечення високого значення цього показника ножі повинні мати якомога більшу кількість лез. Зазвичай багатолезові ножі мають 6÷8 лез (див. рис. 1.50). Для ножів вовчків більших типорозмірів існує можливість застосування і дещо більшої кількості лез. Проте вимога збільшення кількості лез суперечить вимозі

забезпечення високої пропускної спроможності різального вузла (як зазначалось вище, площа фронтальної проекції ножа має бути мінімізована задля забезпечення високої продуктивності вовчка).

Забезпечити виконання обох цих вимог можна виконавши леза ножа малої ширини. Але в такому разі з'являється нове технічне протиріччя – леза належним чином не перекривають отвори решітки, забезпечують високий ступінь подрібнення сировини, але в той же час – володіють пониженою міцністю. Вирішується дане протиріччя застосуванням в будові ножа так званого „силового кільця”, що охоплює кінці лез (див рис. 1.50, в, є-з). Дане кільце являє по своїй суті елемент жорсткості, перешкоджаючи деформації кожних двох сусідніх лез. Поряд із цим силове кільце приймає участь [35] у передачі зусилля з більш навантажених лез на леза, що навантажені менше (згідно сучасних уявлень про особливості робочих процесів у вовчку не всі леза ножа приймають однакову участь в процесі подрібнення [36], що обумовлене нагнітання сировини робочим шнеком не по всій площі решітки в кожний момент часу, а лише в межах деякого сектору, що розташований в зоні наближення останнього витка шнека до торцю решітки). Загалом, будову ножа з силовим кільцем можна вважати за найбільш раціональну, єдиним недоліком якої є складність реалізація процесу жилювання сировини (внаслідок малої ширин лез).

Наявність в конструкції ножа силового кільця дозволяє набути йому додаткових властивостей. Стає можливим використати додаткові (так звані „висячі”) леза малої висоти (див. рис. 1.49, в). Їх застосування дозволяє підвищити однорідність подрібнення сировини, оскільки розмір вільного проміжку поміж двома сусідніми лезами на периферії лез ділиться на дві частини, кожна з яких наближено дорівнює частині біля осі ножа. Висока однорідність подрібнення сировини важлива при виробництві сирокочених та сиров'ялених ковбас, а також фаршу, як готового напівфабрикату, що розфасований в пластикову або іншу тару. Додаткові леза також сприяють підвищенню різальної здатності ножа, внаслідок чого підвищується ступінь подрібнення сировини і полегшуються умови для її нагнітання крізь решітку різального вузла. Це помітним чином сприяє підвищенню продуктивності вовчка [37].

Ножі вовчка доцільно виконувати не суцільними, а такими, що мають змінні різальні вставки (див. рис. 1,48, е, 1.50, б). Використання змінних вставок дозволяє суттєвим чином зменшити собівартість ножів та витрати на різальний інструмент при експлуатації вовчків. Обумовлено це значною економією зносостійких легованих сталей, з яких, зазвичай, виготовляється цілком весь ніж, тоді як високі зносостійкі властивості необхідні лише різальним крайкам лез. Використання змінних вставок дозволяє виготовляти корпус ножа зі звичайних або корозійностійких конструкційних сталей, а самі різальні елементи – з легованих сталей та твердих сплавів. В цьому сенсі даний метод зменшення експлуатаційних

витрат споріднений до електродугового наплавлення ножів, проте відрізняється більшою ефективністю.

Конструкція шнека визначає ефективність процесу подачі сировини до різального комплексу та крізь нього. У випадку, коли передбачається використання вовчка для подрібнення лише парної та охолодженої сировини слід використовувати робочий шнек зі змінним кроком витків (див. рис. Г.11 додатка Г). В такому разі великий крок поміж витками в зоні бункеру дозволить надійно захоплювати шматки сировини та направляти їх в робочий циліндр вовчка. В той же час зменшення кроку в зоні різального комплексу дозволяє ущільнити сировину, підвищити коефіцієнт заповнення міжвиткового простору шнека, а також забезпечити високий тиск нагнітання сировини, необхідний для надійної роботи вовчка.

У випадку, коли передбачається використання вовчка для переробки мороженої сировини можливе виконання робочого шнека з постійним кроком, оскільки агрегатний стан сировини виключає необхідність її попереднього ущільнення і стискання. В той же час в сучасних конструкціях вовчків та вовчків-дробарок широкого розповсюдження набули шнеки змішаного типу - зі змінним кроком витків в зоні бункеру та постійним кроком на іншій частині шнека. Причому в даному випадку крок поміж витками в зоні бункеру виконується значно збільшеним, а сам виток – із загостреною крайкою (див. рис. 1.41, а, б, 1.42, а). Таке виконання робочого шнека дозволяє проводити попереднє подрібнення заморожених м'ясних блоків в бункері та ефективно подавати отримані шматки сировини крізь різальний комплект вовчка (див. рис. 1.38). Можливе також застосування подавального шнека для подрібнення заморожених м'ясних блоків (див. рис. 1.32, б, 1.34, б, 1.36, б), проте така схема устрою вовчка є менш раціональною.

Забезпеченню високого нагнітального тиску сприяє виконання валу робочого шнека підвищеного діаметру, а витків – зменшеної висоти (див. рис. 1.41, б). При цьому продуктивність вовчка дещо зменшується (якщо брати до уваги випадок з малим ГО різального комплексу), але створюється можливість подавати крізь різальний комплект сировину підвищеної в'язкості або твердості, в тому числі – крізь отвори малого діаметру.

Для робочого шнека та робочого циліндру вовчка важливим є їх висока зносостійкість, оскільки (див. п. 1.1) зношування витків шнека по зовнішньому діаметру та ребер циліндру по внутрішньому діаметру обумовлює збільшення зазору між ними, а відтак – зменшення продуктивності машини та збільшення енергоємності її роботи. Забезпечити високу зносостійкість шнека та циліндру можна обравши відповідний тип конструкційного матеріалу та перспективні методи їх поверхневого зміцнення.

Важливою умовою належної роботи подавального механізму вовчка є узгодження геометрії витків робочого шнека та ребер в робочому циліндрі. При обертанні шнека тиск на сировину передається в напрямку по нормалі до поверхні його витків. У випадку, коли ребра 3 циліндру мають прямолінійну геометричну форму і розташовані вздовж осі циліндру, корисну роботу по переміщенню сировини вздовж всі шнека 1 та пазів циліндра 2 виконує лише частка $P_{кор}$ загального тиску $P_{заг}$ (рис. 2.6, а). Інша частка тиску $P_{шк}$ виконує шкідливу функцію, зминаючи сировину, відтискаючи м'ясний сік та збільшуючи енерговитрати на переміщення сировини.

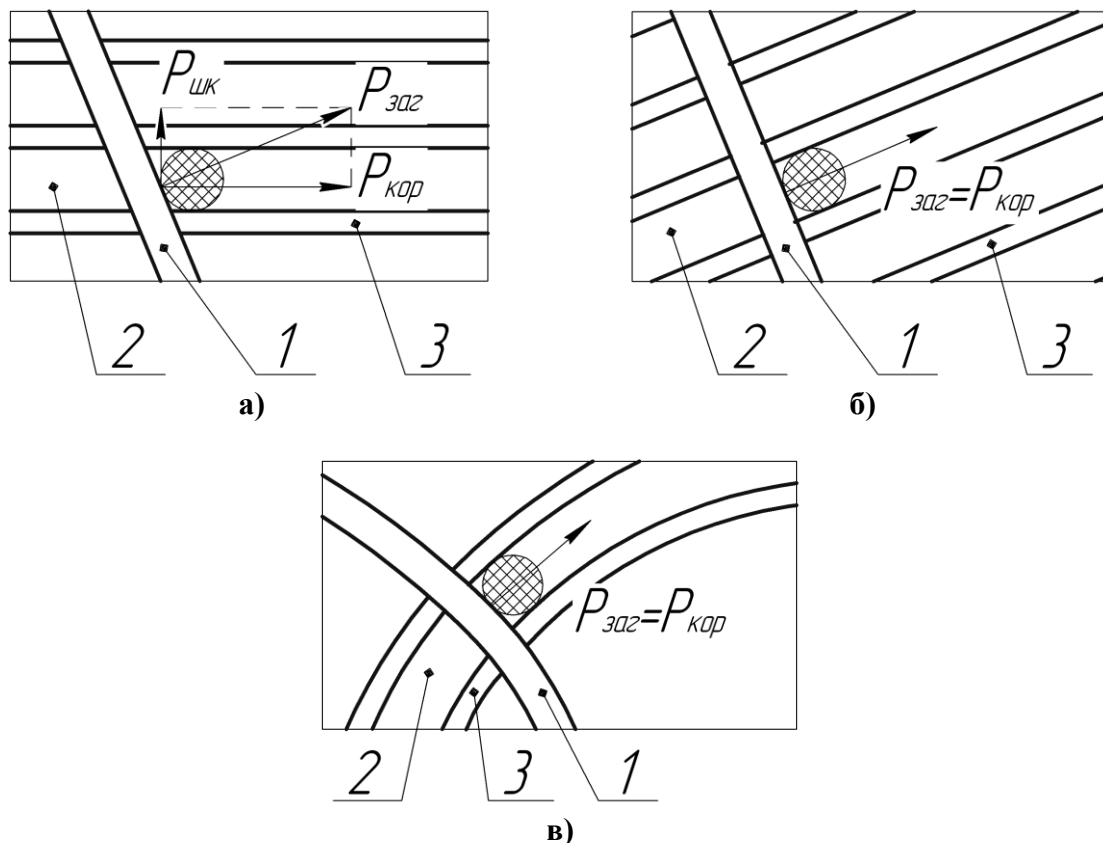


Рис. 2.6. Взаємозв'язок геометричних параметрів робочого шнека та циліндра

Саме тому ребра 3 в робочому циліндрі вовчка мають бути виконані криволінійної форми таким чином, щоб нормаль до поверхні 1 витків шнека була направлена вздовж пазів 2 та ребер 3 робочого циліндра (рис. 2.6, б). В такому разі шкідливі втрати енергії будуть відсутні і весь тиск $P_{заг}$ буде використовуватись для подачі сировини крізь різальний комплект. На практиці ребра робочого циліндру виконуються саме такої, криволінійної форми з постійним кроком.

При використанні шнека зі змінним кроком витків кут їх підйому змінюється по довжині шнека, що обумовлює необхідність більш ретельного узгодження витків шнека та ребер циліндру. Для повного виключення непродуктивних втрат тиску в такому разі ребра 3 також мають бути виконані зі змінним кроком (рис. 2.6, в), таким чином, щоб

при переміщенні сировини вздовж осі циліндру напрямом $P_{заг}$ був повсякчас направлений вздовж пазів 2. Вказана будова ребер циліндру, однак, зумовлює значне погіршення технологічності їх виготовлення.

На енергоспоживання вовчка значний вплив здійснюють низка параметрів (див. вираз (93)). Так збільшення висоти леза ножа h_l (збільшення зовнішнього діаметру решітки D_p) призводить до збільшення зусиль різання сировини та тертя леза об решітки внаслідок більшої протяжності робочої зони леза. В той же час збільшення внутрішнього радіусу границі розташування отворів решітки $r_{p.отв.p.}$ призводить до збільшення моменту опору при заданій довжині леза h_l .

Аналогічним чином до збільшення енерговитрат на додання сил тертя в різальному комплекті призводить надмірне збільшення ширини $b_{конт.}$ смуги контакту леза ножа з решіткою. Збільшення необхідного тиску P_3 затягування різального інструменту гайкою-маховиком підвищує витрати енергії на тертя як напряду, так і змінюючи коефіцієнт тертя ножів по решітках. Причому значення коефіцієнта тертя в даних умовах може змінюватись у декілька разів. На енергоємність тертя ножів і решіток впливатиме і частота обертання ножів n_n , як безпосередньо, так і змінюючи в свою чергу коефіцієнт тертя.

На енергоємність роботи ножів (на процеси різання та тертя) значний вплив здійснює кількість його лез z_l , необгрунтоване перевищення якої призводить до зменшення продуктивності машини та до одночасного з цим підвищення енергоємності її роботи.

Енергоємність роботи робочого шнека можна зменшити обравши обгрунтоване значення кількості витків $z_{в.ш.}$, частоти обертання шнека $n_{ш}$ та знизивши коефіцієнт тертя шнека об сировину $f_{тр.ш.}$ (зменшивши шорсткість шнека).

Таким чином, можна констатувати, що будь які зміни в конструкції робочих органів або в кінематичних параметрах вовчка суттєво впливають на значення споживаної енергії. Тобто проєктант, обираючи те чи інше конструктивне рішення на початку проєктування закладає відповідну величину енергії, що споживатиметься машиною.

Забезпечити надійну роботу приводів підвищеної потужності, а також спростити конструкцію вовчка та полегшити умови його експлуатації можна застосувавши зубчасто-пасову передачу замість клинопасової. В разі застосування частотного керування двигуном головного приводу слід передбачити примусове охолодження двигуна від окремого вентилятора задля попередження перегрівання електродвигуна при роботі на низьких частотах обертання.

Остаточний вибір проєктних і конструкторських рішень слід здійснювати враховуючи конкретні вимоги до машини, що проєктується, сучасні тенденції техніки та харчової технології, а також можливості конкретного машинобудівного виробництва.

2.3 Розробка конструкції ножа

Використовуючи відомості про вид різального механізму (дисковий чи кільцевий), слід визначити значення діаметру центрального отвору решітки d_p . Для дискових решіток це значення приймається, беручи до уваги ГОСТ 28533-90 [30] (табл. 2.1).

Для кільцевих решіток значення внутрішнього діаметру приймається з умови $1,3 \leq \frac{D_p}{d_p} \leq 1,65$ [26]. Переваги застосування кільцевих решіток в різальному вузлі вовчка наведено у [26, 27, 38]. Далі необхідно визначити зовнішній $D_{p,отв.р.}$ та внутрішній $d_{p,отв.р.}$ діаметри границь розташування отворів решітки. Основні розміри ножів і решіток повинні відповідати вказаним на рис. 2.7 і табл. 2.1.

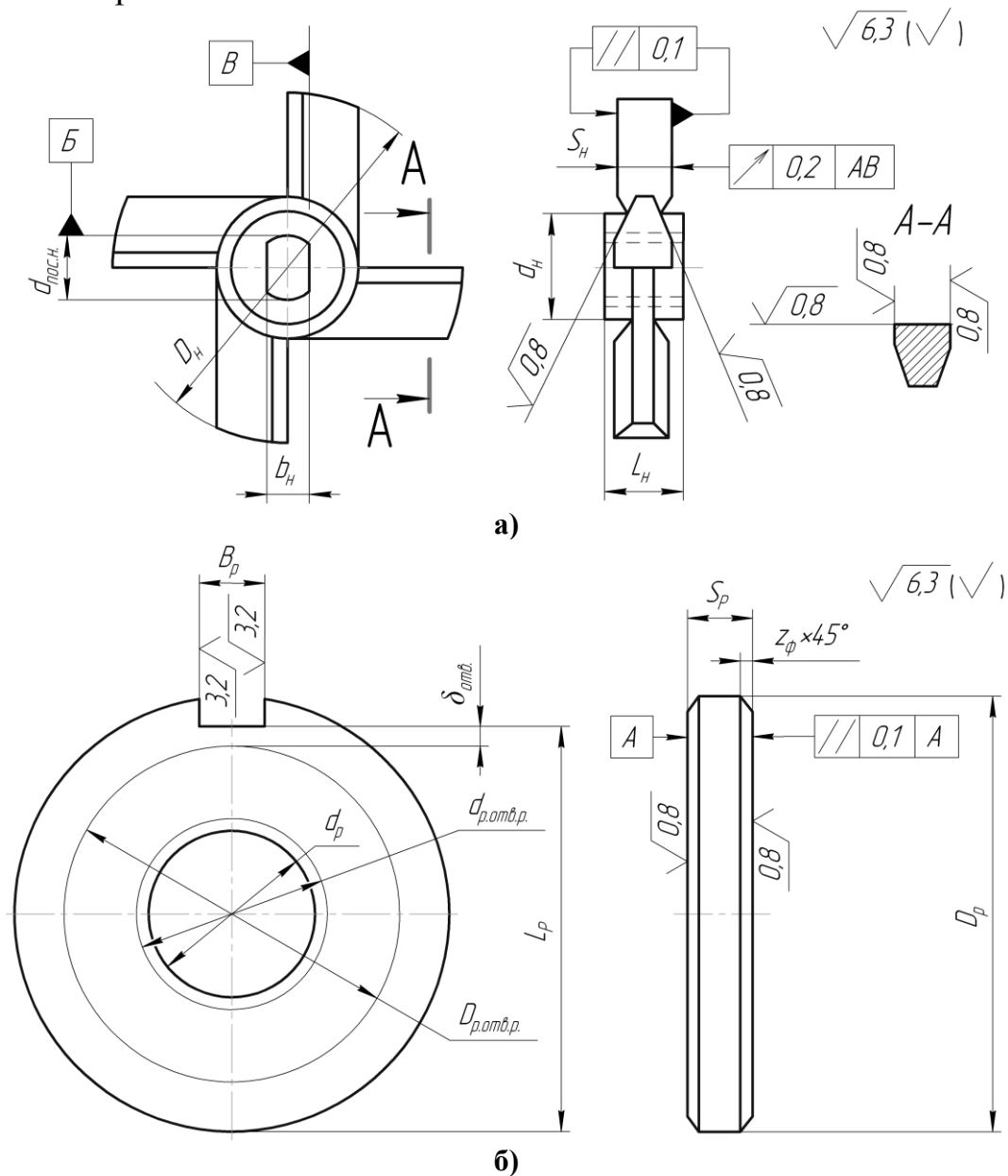


Рис. 2.7. Геометричні параметри ножа та решітки вовчка

Таблиця 2.1 – Стандартизовані геометричні розміри ножів та решіток
ВОВЧКА

Номінальний діаметр решітки вовчка	Ніж					
	$d_{\text{нос. н.}}$ <i>H11</i>	b_n <i>H11</i>	D_n <i>h13</i>	d_n <i>f11</i>	S_n <i>h13</i>	L_n <i>h13</i>
82	16	12	73	22	10	14
114	21	17	103	28	14	18
130	23	19	119	32	15	20
160	32	23	147	42	17	25
200	40	32	183	52	22	30
250	50	36	230	63	26	35
Номінальний діаметр решітки вовчка	Решітка					
	D_p <i>h13</i>	d_p <i>H11</i>	B_p <i>B11</i>	L_p <i>h13</i>	S_p <i>h13</i>	z_ϕ
82	82	22	6	79	7,5-8	0,5
114	114	28	8	110	10-12	
130	130	32	10	126	11-14	1
160	160	42	10	155	13-15	
200	200	52	16	193	15-19	
250	250	63	16	243	18-22	

За ГОСТ 28533-90 геометричні параметри різального інструменту вовчків визначаються наступним чином.

Ножі повинні виготовлятися наступних типів: 1 – нероз’ємні; 2 – складені (із змінними різальними пластинками); 3 – сепаруючі (для відділення сколків кісток, жилок та хрящів).

Решітки повинні виготовлятися наступних типів: А – для попереднього подрібнення вихідної сировини; Б – для крупного та мілкового подрібнення продукту, із отворами діаметром 30; 20; 18; 13; 10; 8; 5; 4; 3; 2,5; 2; 1,5 мм.

Приклади умовних позначень:

- ножа вовчка із номінальним діаметром решітки 160 мм типу 1:
Ніж 160-1 ГОСТ 28533-90;
- решітки вовчка із номінальним діаметром решітки 160 мм типу 1:
Решітка А-160 ГОСТ 28533-90.

Маркування умовних позначень повинне наноситись на неробочі поверхні різального інструменту.

Технічні вимоги до ножів та решіток наступні:

1. Твердість леза ножа після термообробки повинна бути у межах 48,5...56 HRC₃, а решітки 58...64 HRC₃.
2. Зносостійкість різального інструменту до переточування повинна бути не менше 24 годин.

Після того, як визначені основні геометричні параметри решітки слід приступити до розрахунку та розробки конструкції ножа. При її розробці слід вирішити різні задачі: визначити тип та кількість лез, а також – узгодити конфігурацію лез із іншими елементами ножа та його загальними габаритами. На рис. 2.8 представлено основні типи лез ножа, які використовуються в сучасних конструкціях вовчків та представлено на ринку різального інструменту.

Згідно спеціальної вимоги за варіантом (табл. А.1, Додаток А) серед відомих типів лез (рис. 2.8) слід визначити той, який найбільш повно їй задовольнятиме. Для цього необхідно розрахувати критерій оцінки за виразом (1) для 2÷3 конструкції ножа та вибрати найбільш оптимальну з них. Розрахунки усіх обраних для порівняння видів конструкцій представити у пояснювальній записці.

Як відомо, різне конструктивне виконання деталей різального вузла вовчка спричинює різні показники питомої продуктивності, ступеня подрібнення сировини, однорідності подрібнення та ін. Коректно порівняти конструкції ножа за основними показниками можна використовуючи критерій оцінки [39].

Критерій оцінки $K_{p.v.}$ розраховується наступним чином:

$$K_{p.v.} = K_1 : K_2 : K_3, \quad (1)$$

де K_1 – коефіцієнт продуктивності різального вузла;
 K_2 – коефіцієнт подрібнювальної дії різального вузла;
 K_3 – коефіцієнт однорідності подрібнення.

Числове значення $K_{p.v.}$ може виглядати так: $K_{p.v.} = 0,65 : 0,3 : 0,7$ (значення коефіцієнтів K_1, K_2, K_3 прямують до 1, чим вони більші – тим кращі показники різального вузла). В свою чергу коефіцієнти K_1, K_2, K_3 визначаються наступним чином (рис. 2.9).

Коефіцієнт продуктивності РВ:

$$K_1 = \sigma = \frac{\pi \cdot R_{p.отв.p.}^2 - (z_l \cdot S_l + \pi \cdot r_{p.отв.p.}^2)}{\pi \cdot R_{p.отв.p.}^2} \quad (2)$$

де σ – відносний „живий” переріз РВ, який дорівнює відношенню площі решітки, вільної для проходження сировини, до загальної площі решітки;

z_l – кількість лез ножа;

S_l – площа одного леза ножа, мм²;

$r_{p.отв.p.}$ – внутрішній радіус границі розташування отворів решітки;

$R_{p.отв.p.}$ – зовнішній радіус границі розташування отворів решітки.

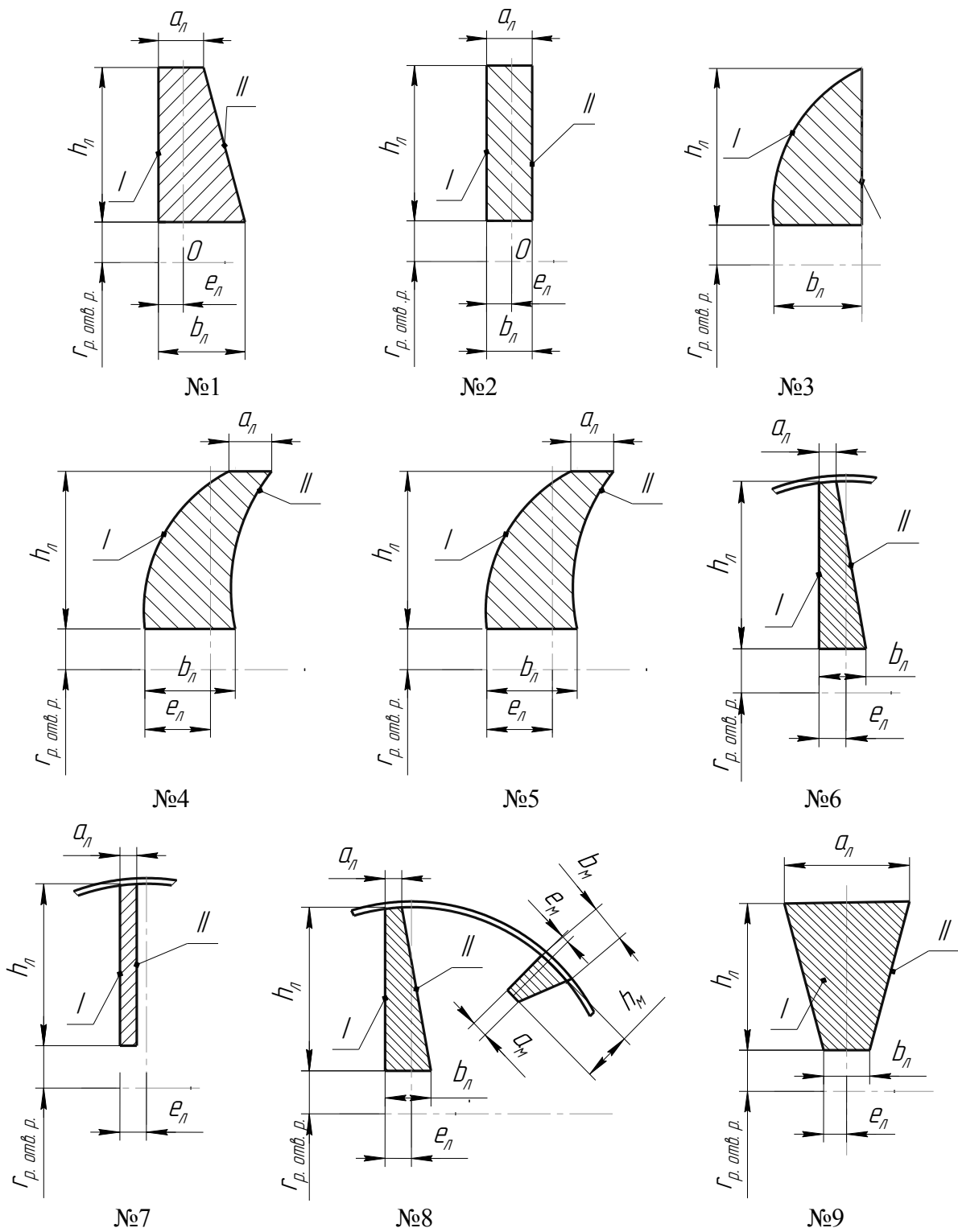


Рис. 2.8. Типи лез ножа:

№ 1: I – пряма, паралельна радіусу решітки на відстані e_n ; II – пряма, розташована під кутом до I. №2: I – пряма, паралельна радіусу решітки на відстані e_n ; II – пряма, розташована паралельно I. №3: I – ділянка кола радіусом R_0 ; II – пряма, по радіусу решітки. № 4: I – ділянка кола радіусом R_0 ; II – ділянка кола радіусом R_1 . №5: I – евольвента; II – ділянка кола радіусом R_1 . №6: I – пряма; II – пряма, леза по периметру охоплені кільцем. №7: I – пряма; II – пряма, леза по периметру охоплені кільцем. №8: те ж саме, що і №6, але із додатковими лезами меншої висоти, що закріплені на кільці ножа. №9: I – пряма, що розташована під кутом до радіусу решітки; II – пряма, як симетрія I відносно середини леза ножа

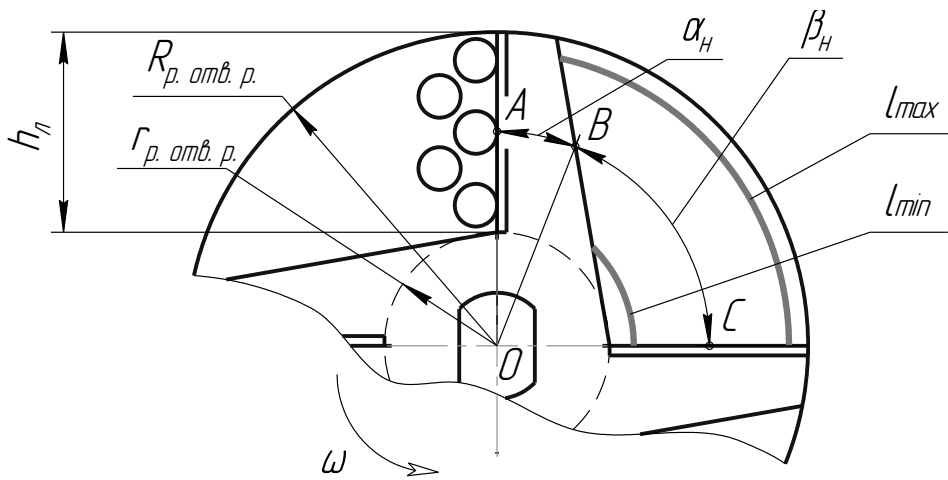


Рис. 2.9. Параметри різального вузла:

$R_{p.отв.p.}$ – зовнішній радіус границі розташування отворів решітки; $r_{p.отв.p.}$ – внутрішній радіус границі розташування отворів решітки; h_n – висота леза ножа; α_n – кут між різальною та задньою кромками одного леза ножа; β_n – кут між задньою та різальною кромками сусідніх лез ножа

Коефіцієнт подрібнювальної дії РВ:

$$K_2 = 1 - K_\beta \quad (3)$$

де $K_\beta = \frac{\beta_n}{2\pi}$ - коефіцієнт, що враховує відношення вільної площі решітки поміж лезами ножа до усієї площі решітки;

тут $\beta_n(\rho) = \frac{2\pi}{z} - \varphi_1(\rho) + \varphi_2(\rho)$ – „вільний” кут поміж двома сусідніми лезами (рахується по середньому значенню довжини леза ножа, тобто $\rho = r_{p.отв.p.} + \frac{h_n}{2}$), тобто це кут $\angle BOC$;

$\varphi_1(\rho)$ та $\varphi_2(\rho)$ – полярні рівняння ріжучої та задньої кромки леза виражені, як функції кута φ від радіуса ρ . Коефіцієнт однорідності подрібнення:

$$K_3 = \frac{l_{min}}{l_{max}} = \frac{\pi \cdot r_{min} \cdot \beta_{min}}{180} \cdot \frac{180}{\pi \cdot r_{max} \cdot \beta_{max}} = \frac{r_{min} \cdot \beta_{min}}{r_{max} \cdot \beta_{max}} \quad (4)$$

де l_{max} – довжина дуги із радіусом r_{max} , що обмежена кутом β_{max} ;

l_{min} – довжина дуги із радіусом r_{min} , що обмежена кутом β_{min} ;

$\beta_{л. max}$ – максимальне значення „вільного” кута поміж двома лезами;

$\beta_{л. min}$ – мінімальне значення „вільного” кута поміж двома лезами;

r_{max} – максимальне значення радіусу ножа (в даному випадку $r_{max} = r_{p.отв.p.} + h_n$);

r_{max} – мінімальне значення радіусу ножа (в даному випадку $r_{min}=r_{p.овс.р.}$).

Геометричні параметри лез можна визначити за даними конструкцій-аналогів, тобто беручи до уваги параметри відомих конструкцій ножів вовчка.

Для чотирилезових ножів типу №1 (рис. 2.7) найчастіше зустрічаються наступні співвідношення: $\frac{D_{p.овс.р.}}{b_l} = 6,5 \div 6,9$; при цьому

$\frac{b_l}{a_l} = 1,70 \div 1,78$, а ексцентриситет може бути відсутнім або приймати

значення $\frac{b_l}{e_l} = 0 \div 2,0$.

Для чотирилезових ножів типу №1, що мають посилені леза, зустрічаються такі співвідношення: $\frac{D_{p.овс.р.}}{b_l} = 4,97 \div 5,92$; при цьому

$\frac{b_l}{a_l} = 1,0 \div 2,36$, а ексцентриситет може бути відсутнім або приймати

значення $\frac{b_l}{e_l} = 1,0 \div 3,45$.

Для багатолезових ножів типу №1 (із лезами зменшеної товщини) наявні такі співвідношення: $\frac{D_{p.овс.р.}}{b_l} = 7,4 \div 7,7$; при цьому $\frac{b_l}{a_l} = 1,58 \div 1,93$, а

ексцентриситет може бути відсутнім або приймати значення $\frac{b_l}{e_l} = 0,85 \div 1,0$.

Для чотирилезових ножів типу №2 (найчастіше - жилувальних) зустрічаються наступні співвідношення: $\frac{D_{p.овс.р.}}{b_l} = 4,87 \div 6,87$; при цьому

$\frac{b_l}{a_l} = 1,0$, а ексцентриситет може приймати значення $\frac{b_l}{e_l} = 2,0$.

Для багатолезових ножів типу №6 (із силовим кільцем) наявні такі співвідношення: $\frac{D_{p.овс.р.}}{b_l} = 7,72 \div 9,52$; при цьому $\frac{b_l}{a_l} = 1,5 \div 1,93$,

ексцентриситет найчастіше відсутній.

При визначенні параметрів лез ножа, можна користуватись даними рис. 1.34÷1.36.

Визначення значення критерію оцінки $K_{p.в.}$ можна виконати із використанням наступних математичних виразів (відповідно до рис. 2.8, 2.9).

2.3 Розробка конструкції ножа

Для ножів типу №1 та №6, леза яких мають форму трапеції, параметри будуть наступними. Площа леза (як площа прямокутної трапеції) визначиться за виразом:

$$S_{л} = \frac{a_{л} + b_{л}}{2} \cdot h_{л} . \quad (5)$$

Більш точно площу леза ножа (рис. 2.10) можна розрахувати так:

$$S_{л}^{точн.} = S_{л} + S_{основи} , \quad (6)$$

де $S_{л}$ – площа основної частини леза ножа (площа трапеції);
 $S_{основи}$ – площа нижньої основи леза ножа.

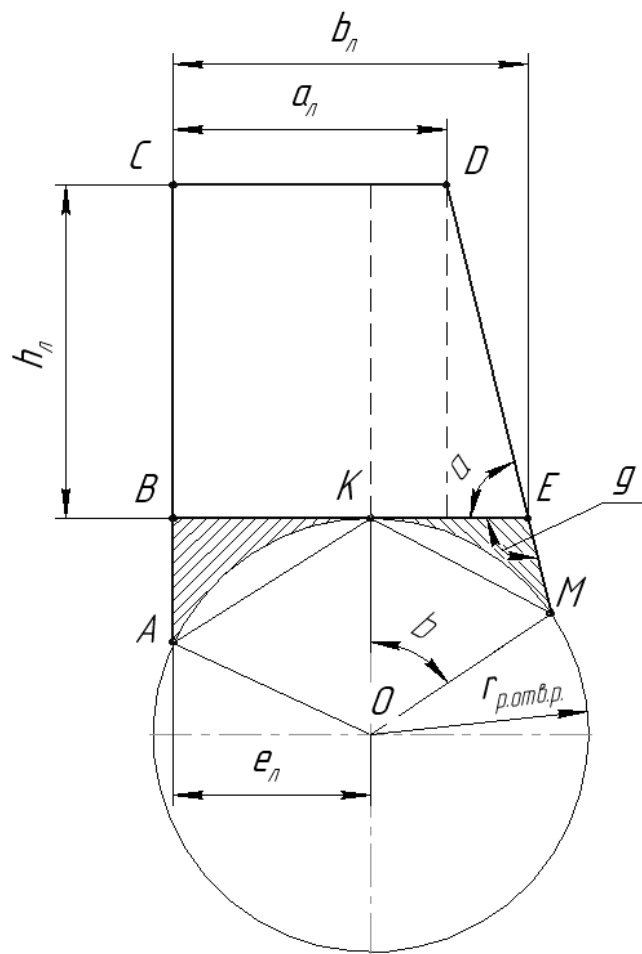


Рис. 2.10. Схема до розрахунку площі основи леза ножа

В свою чергу площа нижньої основи леза ножа визначається , як:

$$S_{основи} = S_{ABK} + S_{KEM} , \quad (7)$$

де S_{ABK} – площа криволінійної фігури ABK ;
 S_{KEM} – площа криволінійної фігури KEM .

Значення площі криволінійної фігури KEM можна знайти за виразом:

$$S_{KEM} = S_{\Delta KEM} - S_{\text{сегм.}KEM}, \quad (8)$$

де $S_{\Delta KEM}$ – площа трикутника ΔKEM ;

$S_{\text{сегм.}KEM}$ – площа сегмента KEM .

Площа трикутника ΔKEM визначається наступним чином:

$$S_{\Delta KEM} = \frac{r_{p.овс.p.}^2}{2} \left(\frac{\pi \cdot \beta}{180} - \sin \beta \right), \quad (9)$$

де $r_{p.овс.p.}$ – внутрішній радіус границі розташування отворів решітки;
 β – кут $\angle KOM$.

Кут β , виходячи з теореми косинусів щодо трикутника ΔKOM , визначається так:

$$\beta = \arccos \left(\frac{2r_{p.овс.p.}^2 - KM^2}{2r_{p.овс.p.}^2} \right), \quad (10)$$

де KM – довжина відрізка KM .

Довжина відрізка KM , виходячи з теореми косинусів щодо трикутника ΔKEM , визначається наступним чином:

$$KM^2 = (b_n - e_n)^2 + EM^2 - 2(b_n - e_n) \cos(180 - \alpha), \quad (11)$$

де EM – довжина відрізка EM ;

α – кут $\angle KED$.

Значення кута α можна визначити, виходячи із властивостей прямокутних трикутників:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{h_n}{b_n - a_n} \right). \quad (12)$$

Довжину відрізка EM можна визначити наступним чином:

$$EM = DM - DE, \quad (13)$$

де DM – довжина відрізка DM ;
 DE – довжина відрізка DE .

Значення довжини відрізка DE визначається, як довжина гіпотенузи прямокутного трикутника:

$$DE = \sqrt{h_l^2 + (b_l - a_l)^2} . \quad (14)$$

Довжину відрізка DM можна визначити, як довжину відрізка між точками т. $D (x_D; y_D)$ і т. $M (x_M; y_M)$:

$$DM = \sqrt{(x_D - x_M)^2 + (y_D - y_M)^2} , \quad (15)$$

де x_D - координата x точки $D (x_D = a_l - e_l)$;
 y_D - координата y точки $D (y_D = r_{p.отв.p.} + h_l)$.

Координати точки $M (x_M; y_M)$ можна знайти, як координати точки перетину прямої, що проходить через точки D і E та кола радіусом $r_{p.отв.p.}$. Для цього слід вирішити систему, що включає в себе рівняння даної прямої та рівняння кола.

Як відомо, рівняння прямої, що проходить через дві точки, в декартовій системі координат має вигляд:

$$\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0} ,$$

де $(x_0; y_0)$ та $(x_1; y_1)$ – координати точок, через які проведено пряму.

Відповідно до рис. 2.10, рівняння прямої буде мати вигляд:

$$\frac{x - a_l + e_l}{b_l - e_l - a_l + e_l} = \frac{y - h_l - r_{p.отв.p.}}{r_{p.отв.p.} - h_l - r_{p.отв.p.}} .$$

Рівняння кола радіусом $r_{p.отв.p.}$ з центром в т. O має вигляд:

$$x^2 - y^2 = r_{p.отв.p.}^2 .$$

Тоді, після елементарних алгебраїчних перетворень, система рівнянь по визначенню координат точки M , набуде вигляду:

$$\begin{cases} y_M (b_l - a_l) + x_M \cdot h_l = b_l \cdot h_l + h_l \cdot r_{p.отв.p.} - a_l \cdot r_{p.отв.p.} - h_l \cdot e_l \\ y_M = \sqrt{r_{p.отв.p.}^2 - x_M^2} \end{cases} \quad (16)$$

Для вирішення рівняння (16) і для знаходження значень x_M та y_M доцільно застосувати чисельні методи (розрахунок доцільно провести в програмному комплексі *MathCAD*).

Аналогічним чином можна знайти значення площі криволінійної фігури *KEM*, після чого обчислити уточнене значення площі леза $S^{точн.}_l$ та значення коефіцієнта K_1 .

Задля визначення коефіцієнта K_2 , для ножів такого типу, складемо рівняння кривих, що утворюють різальну кромку та задній контур леза. Рівняння кривої I в полярній системі координат запишеться так:

$$\rho = -\frac{e_l}{\cos \varphi_1},$$

де знак „-” вказує на чверть, у якій знаходиться крива.

Цей вираз можна записати як $\rho = \frac{e_l}{\cos(\pi - \varphi_1)}$.

Тепер, виразивши φ_1 через ρ , буде знайдено рівняння кривої I:

$$\varphi_1(\rho) = \pi - \arccos\left(\frac{e_l}{\rho}\right). \quad (17)$$

Рівняння прямої II визначиться за відомим визначенням рівняння прямої в декартовій системі координат:

$$\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} = \frac{y - y_0}{y_1 - y_0},$$

де $(x_0; y_0)$ та $(x_1; y_1)$ – координати точок, через які проведено пряму.

Відповідно до рис. 2.8, а буде записане значення вказаних координат: $x_0=(a_l-e_l)$, $y_0=(r_{p.отв.p.}+h_l)$, $x_1=(b_l-e_l)$, $y_1=r_{p.отв.p.}$. Таким чином, після елементарних алгебраїчних перетворень, отримане рівняння прямої II в декартовій системі координат:

$$\frac{x}{b_l - a_l} + \frac{y}{h_l} = \frac{r + h_l}{h_l} + \frac{a_l - e_l}{b_l - a_l}.$$

Як відомо, перехід від декартової системи координат до полярної відбувається таким чином: $x = \rho \cdot \cos \varphi$ та $y = \rho \cdot \sin \varphi$.

Тепер, розв'язавши дане рівняння відносно φ_2 , отримується рівняння прямої II в полярній системі координат:

$$\varphi_2(\rho) = \pi - \arcsin \left(\frac{\frac{h_l}{b_l - a_l} (a_l - e_l) + r_{p.омв.р.} + h_l}{\rho \sqrt{1 + \left(\frac{h_l}{b_l - a_l} \right)^2}} \right) - \arctg \left(\frac{h_l}{b_l - a_l} \right), \quad b_l \geq a_l,$$

$$\varphi_2(\rho) = \arcsin \left(\frac{\frac{h_l}{b_l - a_l} (a_l - e_l) + r_{p.омв.р.} + h_l}{\rho \sqrt{1 + \left(\frac{h_l}{b_l - a_l} \right)^2}} \right) - \arctg \left(\frac{h_l}{b_l - a_l} \right), \quad b_l < a_l. \quad (18)$$

В даному випадку (для ножів типу №1 та №6) використовується рівняння, що відповідає умові $b_l \geq a_l$.

Параметри ножів типів №2 та №7 будуть визначені наступним чином. Площа леза (площа прямокутника) буде дорівнювати:

$$S_l = a_l \cdot h_l. \quad (19)$$

Рівняння прямих I та II полярній системі координат визначаються так:

$$\varphi_1(\rho) = \pi - \arccos \left(\frac{e_l}{\rho} \right), \quad \varphi_2(\rho) = \arccos \left(\frac{a_l - e_l}{\rho} \right). \quad (20)$$

Параметри ножа типу №3 визначаються так.

Лезо даного ножа є фігурою, яка обмежена двома прямими та кривою, причому, згідно рисунку 1, крива I – ділянка кола радіусом R_l . Таким чином площу леза ножа №3 визначимо як площу криволінійної трапеції.

Як відомо, площа криволінійної трапеції визначається за допомогою інтегралу:

$$S = \int_a^b (y_2(x) - y_1(x)) dx,$$

де $y_2(x)$ та $y_1(x)$ – відповідно рівняння кривих, що є відповідно верхньою та нижньою основою трапеції;
 b та a – межі інтегрування.

Як зазначалось, крива I – ділянка кола. Рівняння кола в декартовій системі координат має вигляд:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2,$$

де $(x_0; y_0)$ – координата центру кола; R – радіус кола.

Відповідно до даних рис. 2.8 значення площі криволінійної трапеції (площі леза) запишеться так:

$$S_{\text{л}} = \int_{r_{\text{л}}}^{r_{\text{л}}+h_{\text{л}}} \left(\sqrt{R_0^2 - (y - y_0)^2} - x_0 \right) dy, \quad (21)$$

де R_0 – радіус кола, ділянкою якого є крива I.

Рівняння кривих I та II в полярній системі координат (після вираження φ через ρ) тоді запишуться таким чином:

$$\varphi_1(\rho) = \arccos \left(\frac{\rho^2 + x_0^2 + y_0^2 - R_0^2}{2\rho\sqrt{x_0^2 + y_0^2}} \right) + \arctg \left(\frac{y_0}{x_0} \right), \quad (22)$$

$$\varphi_2(\rho) = \frac{\pi}{2}. \quad (23)$$

У цих виразах (x_0, y_0) – координати центра кола радіуса R_0 .

Параметри ножа типу №4 визначаються наступним чином.

Площа леза визначається як і для ножа типу №3. Але слід зазначити, що в даному випадку криволінійну трапецію обмежують дві криві: згідно рис. 2.8 крива I – ділянка кола радіусом R_0 , крива II – ділянка кола

радіусом R_1 . Тоді, після елементарних алгебраїчних перетворень, площа леза визначається:

$$S_{\text{л}} = \int_{r_{\text{п.отв.п.}}}^{r_{\text{п.отв.п.}}+h_{\text{л}}} \left(\sqrt{R_0^2 - (y-y_0)^2} - x_0 - \left(\sqrt{R_1^2 - (y-y_1)^2} - x_1 \right) \right) dy, \quad (24)$$

де $(x_0; y_0)$ та $(x_1; y_1)$ – координати центрів кіл радіусом відповідно R_0 та R_1 .

Рівняння кривих I та II в полярній системі координат (після вираження φ через ρ) запишуться аналогічно до рівнянь кривих ножа типу №3:

$$\varphi_1(\rho) = \arccos \left(\frac{\rho^2 + x_0^2 + y_0^2 - R_0^2}{2\rho\sqrt{x_0^2 + y_0^2}} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{y_0}{x_0} \right), \quad (25)$$

$$\varphi_2(\rho) = \arccos \left(\frac{\rho^2 + x_1^2 + y_1^2 - R_1^2}{2\rho\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{y_1}{x_1} \right). \quad (26)$$

Параметри ножа типу №5 визначаються так.

Згідно рис. 2.8, крива I – евольвента, а крива II – ділянка кола радіусом R_1 . Площа леза також визначається, як площа криволінійної трапеції. В даному випадку рівняння евольвенти у полярній системі координат запишеться наступним чином:

$$\rho = \frac{r}{m} \sqrt{(\varphi - \varphi_0)^2 + m^2},$$

де φ_0 – величина зміщення центру евольвенти відносно центру різального вузла; m – масштабний коефіцієнт, який дозволяє забезпечити проведення евольвенти через точки, що визначають вказаний тип різальної кромки.

Відносно φ дане рівняння запишеться так: $\varphi = \varphi_0 + m \sqrt{\left(\frac{\rho}{r}\right)^2 - 1}$.

Тоді значення площі леза буде наступним:

$$S_{\text{л}} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \left(\frac{r}{m} \sqrt{(\varphi - \varphi_0)^2 + m^2} \cdot \cos \varphi \right) d \left(\frac{r}{m} \sqrt{(\varphi - \varphi_0)^2 + m^2} \cdot \sin \varphi \right).$$

Використовуючи чисельні методи та програмний пакет *Mathcad* можна отримати значення площі леза:

$$s = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{r^2}{m} \cos \phi \sqrt{\left(\frac{\phi_0 - \phi}{m}\right)^2 + 1} \left(\frac{\sin \phi (\phi_0 - \phi) - \cos \phi ((\phi_0 - \phi)^2 + m^2)}{\sqrt{(\phi_0 - \phi)^2 + m^2}} \right) d\phi - \int_r^{r+h} \left(\sqrt{R_1^2 - (y - y_1)^2} - x_1 \right) dy \quad (27)$$

де ϕ_1 і ϕ_2 – корені рівнянь відповідно $\frac{r}{\sin \phi} - r \sqrt{\left(\frac{\phi_0 - \phi}{m}\right)^2 + 1} = 0$ та

$\frac{r+h}{\sin \phi} - r \sqrt{\left(\frac{\phi_0 - \phi}{m}\right)^2 + 1} = 0$, відповідно, розв’язаних відносно ϕ .

Рівняння кривої I визначається із рівняння евольвенти в полярній системі координат, що було вказано вище:

$$\phi_1(\rho) = \phi_0 - m \sqrt{\left(\frac{\rho}{r}\right)^2 - 1}. \quad (28)$$

Рівняння кривої II визначається аналогічно до кривої II ножа типу № 4:

$$\phi_2(\rho) = \arccos \left(\frac{\rho^2 + x_1^2 + y_1^2 - R_1^2}{2\rho \sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \right) + \operatorname{arctg} \left(\frac{y_1}{x_1} \right). \quad (29)$$

де $(x_1; y_1)$ – координати центру кола радіусом R_1 .

Параметри ножа типу №8 визначаються наступним чином.

Площа леза визначається як сума площ пари лез – основного та додаткового, тобто – як сума площ двох прямокутних трапецій:

$$S_{\text{л}} = \frac{a_{\text{л}} + b_{\text{л}}}{2} \cdot h_{\text{л}} + \frac{a_1 + b_1}{2} \cdot h_1. \quad (30)$$

Рівняння кривих I та II відповідають рівнянням прямих для ножів №1 та №6. Однак, розрахунок кута $\beta_n(\rho)$ має суттєві відмінності (внаслідок наявності додаткових лез):

$$\beta_n(\rho) = \begin{cases} \frac{2\pi}{z} - \varphi_1(\rho, e_n) + \varphi_2(\rho, a_n, b_n, h_n, e_n), & \rho \leq r_1, \\ \frac{\pi}{z} - \varphi_1(\rho, e_1) + \varphi_2(\rho, a_n, b_n, h_n, e_n), & \rho > r_1. \\ \frac{\pi}{z} - \varphi_1(\rho, e_n) + \varphi_2(\rho, a_1, b_1, h_1, e_1), & \end{cases} \quad (31)$$

За виразом (31) отримуються 3 значення $\beta_n(\rho)$. Для обрахунку коефіцієнта K_2 доцільно взяти середнє з отриманих значень $\beta_n(\rho)$.

Параметри ножа типу №9 визначаються так.

Відповідно до рис. 2.8 площа леза буде визначатись як:

$$S_n = \frac{a_2 + b_2}{2} \cdot h_n. \quad (32)$$

Рівняння прямих I та II, як вказувалося, є функціями $\varphi_1(\rho)$ та $\varphi_2(\rho)$, які обчислюються за (20) при $b_n < a_n$.

Розрахунок міцності лез ножа

На даному етапі особливу увагу слід приділити тому, як леза ножа будуть стикуватись одне з одним – з метою забезпечення належної міцності ножа та мінімального перекриття робочого поля решітки. Міцність лез ножа можна визначити наступним чином. З умови міцності трикутника, до якого прикладене розподілене навантаження, слідує наступне (рис. 2.11).

Момент, що прикладений до сторони профілю, дорівнює:

$$M_{1\max} = \frac{q \cdot h_n^2}{2}$$

де q – розподілене навантаження, що прикладене до сторони профілю висотою h_n .

Максимальне напруження, що може виникнути у фігурі, дорівнює:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{1\max}}{W_1} \leq [\sigma_{\text{дон}}],$$

де W_1 – міцність перерізу;

$\sigma_{\text{дон}}$ – допустиме напруження ($\sigma_{\text{дон}}=380$ МПа).

Щоб виразити залежність значення ширини сторони профілю b_l від висоти сторони h_l виконаємо наступні математичні перетворення:

$$W_1 = \frac{c_l \cdot b_l^2}{6} = \frac{M_{1\max}}{[\sigma_{\text{дон}}]} = \frac{q \cdot h_l^2}{2[\sigma_{\text{дон}}]},$$

$$b_l = h_l \sqrt{\frac{3q}{c_l \cdot [\sigma_{\text{дон}}]}},$$

звідки

(33)

де c – ширина леза ножа (значення приймається згідно з табл. 2.1).

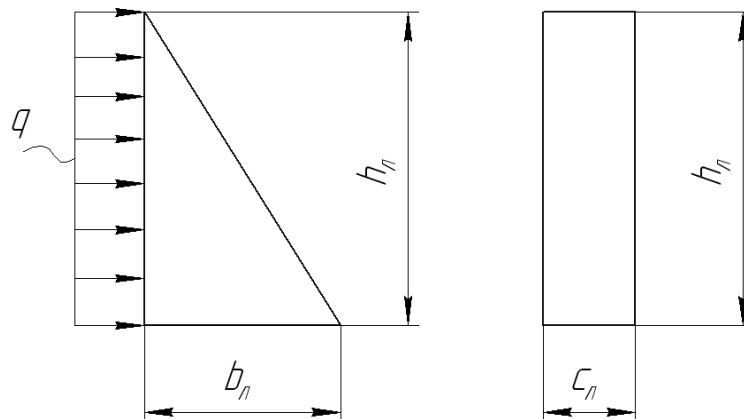


Рис. 2.11. Розподілення навантаження на лезо ножа

Розподілене навантаження, значення якого знаходиться в межах $q=3,42\div 3,85$ кН/м, відповідає питомому зусиллю різання парного м'яса; розподілене навантаження, значення якого знаходиться в межах $q=7,2\div 9,2$ кН/м, відповідає питомому зусиллю різання замороженого м'яса.

Далі необхідно розробити креслення ножа. При розробці конструкції слід керуватись як параметрами критерію оцінки так і відомостями, наведеними у ГОСТ 28533-90 (таблиці 2.1). Приклади оформлення робочих креслень ножів різних конструкцій наведено у додатках В, Г, Д.

2.4 Розрахунок продуктивності вовчка та ступеня подрібнення

При визначенні продуктивності вовчка будемо вважати, що вона визначається витратою потоку сировини, що проходить крізь різальний вузол. Тоді вираз по визначенню продуктивності вовчка буде наступним [40]:

$$Q = 60S \cdot v \cdot \rho_c, \text{ кг/год}, \quad (34)$$

де S – площа отвору, крізь який протискується сировина, м^2 ;

v – швидкість поступального руху сировини, м/хв ;

ρ_c — густина сировини, кг/м^3 ($\rho_c = 1020 \div 1150 \text{ кг/м}^3$ [41]).

Площа отвору, крізь який протискується сировина, м^2 :

$$S = S_{\text{ж.р.вуз}}, \quad (35)$$

де $S_{\text{ж.р.вуз}}$ – загальна площа „живого” перерізу різального вузла.

Загальна площа „живого” перерізу різального вузла дорівнює:

$$S_{\text{ж.р.вуз}} = \varphi_{\text{в.р.}} \cdot (S_{\text{р.пл.}} - S_{\text{н}}), \quad (36)$$

де $\varphi_{\text{в.р.}}$ — коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки;

$S_{\text{р.пл.}}$ – робоча площа вихідної решітки, м^2 ;

$S_{\text{н}}$ – площа фронтальної проекції ножа, який контактує із вихідною решіткою, м^2 ;

Коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки дорівнює:

$$\varphi_{\text{в.р.}} = \frac{n_{\text{отв.}} \cdot d_{\text{отв.}}^2}{D_{\text{р.отв.р.}}^2 - d_{\text{р.отв.р.}}^2}, \quad (37)$$

де $n_{\text{отв.}}$ — кількість отворів в решітці;

$d_{\text{отв.}}$ — діаметр отворів решітки, м ;

$D_{\text{р.отв.р.}}$ — зовнішній діаметр границі розташування отворів решітки, м ;

$d_{\text{р.отв.р.}}$ – внутрішній діаметр границі розташування отворів решітки, м ;

Значення робочої площі вихідної решітки, м^2 :

$$S_{p.nl.} = \frac{\pi(D_{p.овв.p.}^2 - d_{p.овв.p.}^2)}{4}, \quad (38)$$

Значення площі фронтальної проекції ножа, який контактує із вихідною, м²:

$$S_n = S_l \cdot z_l, \quad (39)$$

де S_l – площа фронтальної проекції одного леза ножа, м²;

z_l — кількість лез ножа.

Швидкість поступального руху сировини визначається так, м/хв:

$$v = \alpha_{в.ш.} \cdot L_{в.ш.} \cdot n_{ш.} \cdot K_{зан.ш.} = \alpha_{в.ш.} \sqrt{t_{ш.}^2 + \left(\frac{\pi D_{ш.} + d_{ш.}}{2}\right)^2} \cdot n_{ш.} \cdot K_{зан.ш.}, \quad (40)$$

де $\alpha_{в.ш.}$ — коефіцієнт подачі або використання шнека, що залежить від довжини шнека, зазорів між шнеком та стінкою циліндра та ін. ($\alpha_{в.ш.} = 0,25 \div 0,35$);

$D_{ш.}$ — зовнішній діаметр шнека (по виткам), м (можна прийняти значення $D_{ш.} \leq D_{p.овв.p.}$);

$d_{ш.}$ — діаметр валу шнека, м (можна прийняти $d_{ш.} \leq d_{p.овв.p.}$);

$t_{ш.}$ — крок шнека, м;

$n_{ш.}$ — частота обертання шнека, хв.⁻¹ ($n_{ш.} = 180 \div 400$ хв.⁻¹ [1]);

$L_{в.ш.}$ — довжина витка шнека, м;

$K_{зан}$ — коефіцієнт заповнення міжвиткового простору шнека ($K_{зан} = 0,75 \div 0,85$ [42]).

При розрахунку продуктивності слід брати до уваги найменший крок шнека $t_{ш.}$, тобто крок між двома останніми витками. Саме це значення буде визначати транспортуючу здатність шнека, а отже – швидкість руху сировини.

Проте при розробці конструкції шнека необхідно обрати значення $t_{ш.}$ поміж усіма витками шнека (найчастіше шнеки для таких пластично-в'язких продуктів, як м'ясо, виконуються зі змінним кроком, таким, що зменшується у напрямку подачі сировини). Нижче наводяться співвідношення, за якими можна обрати прийнятні значення параметрів шнека. Прийmemo, що $t_{ш1}$ – це найменше значення кроку, а $t_{ш5}$ або $t_{ш7}$ – відповідно найбільші значення кроку між витками шнека. Тоді параметри шнеків, відповідно до відомих конструкцій, можуть бути такими:

- 1) $\frac{D_{uw}}{t_{u1}} = 4,33$; $\frac{D_{uw}}{t_{u2}} = 4,33$; $\frac{D_{uw}}{t_{u3}} = 3,10$; $\frac{D_{uw}}{t_{u4}} = 2,41$; $\frac{D_{uw}}{t_{u5}} = 1,80$; $\frac{D_{uw}}{t_{u6}} = 1,35$;
 $\frac{D_{uw}}{t_{u7}} = 1,08$;
- 2) $\frac{D_{uw}}{t_{u1}} = 4,23$; $\frac{D_{uw}}{t_{u2}} = 3,30$; $\frac{D_{uw}}{t_{u3}} = 2,76$; $\frac{D_{uw}}{t_{u4}} = 2,72$; $\frac{D_{uw}}{t_{u5}} = 1,19$;
- 3) $\frac{D_{uw}}{t_{u1}} = 5,18$; $\frac{D_{uw}}{t_{u2}} = 2,62$; $\frac{D_{uw}}{t_{u3}} = 2,19$; $\frac{D_{uw}}{t_{u4}} = 1,77$; $\frac{D_{uw}}{t_{u5}} = 1,44$; $\frac{D_{uw}}{t_{u6}} = 1,31$;
- 4) $\frac{D_{uw}}{t_{u1}} = 2,35$; $\frac{D_{uw}}{t_{u2}} = 2,35$; $\frac{D_{uw}}{t_{u3}} = 2,35$; $\frac{D_{uw}}{t_{u4}} = 2,35$; $\frac{D_{uw}}{t_{u5}} = 1,70$; $\frac{D_{uw}}{t_{u6}} = 0,47$;
- 5) $\frac{D_{uw}}{t_{u1}} = 3,81$; $\frac{D_{uw}}{t_{u2}} = 3,81$; $\frac{D_{uw}}{t_{u3}} = 2,32$; $\frac{D_{uw}}{t_{u4}} = 1,17$; $\frac{D_{uw}}{t_{u5}} = 1,02$.

Ступінь подрібнення сировини виражається [24] через об'єм, який має частинка, що пройшла останню різальну пару (враховується діаметр отворів вихідної решітки). Об'єм частинки розраховується, м³:

$$V_{\text{част.}} = L_{\text{част.}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{отв.}}^2}{4}, \quad (41)$$

де $d_{\text{отв.}}$ – діаметр отворів вихідної решітки, м;
 $L_{\text{част.}}$ – довжина частинки, м; при чому:

$$L_{\text{част.}} = v \cdot t, \quad (42)$$

тут v – швидкість поступального руху сировини, м/с;
 t – час, на протязі якого витискується сировина з отвору решітки поміж двома різальними діями ножа, с.

Час, на протязі якого витискується сировина з отвору решітки поміж двома різальними діями ножа розраховується за виразом:

$$t = t_1 - t_2, \quad (43)$$

де t_1 – час повороту ножового валу на кут, що дорівнює куту поміж різальними кромками лез ножа, с; причому:

$$t_1 = 1/(n_n \cdot z_n) \quad (44)$$

тут n_n – частота обертання ножів, с⁻¹ ($n_n = 180 \div 490$ с⁻¹ [43]).

t_2 – час повороту ножового валу на кут, який відповідає ширині леза ножа на ділянці леза, що проходить понад вказаними рядом отворів вихідної решітки, с.

Значення часу t_2 можна знайти, користуючись схемою, що наведена на рис. 2.12. Розрахуємо значення t_2 для отвору решітки, що знаходиться на k -му ряду (як видно з рисунку, при вказаній геометрії лез ножа отворам, що розташовані на різних рядах, відповідатимуть різні значення ширини леза ножа).

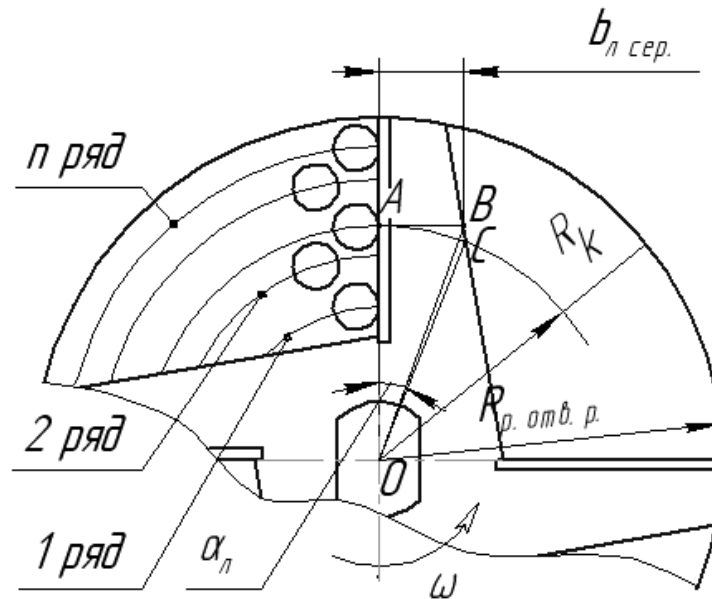


Рис. 2.12. Схема до визначення теоретичного ступеню подрібнення

Значення часу t_2 дорівнює:

$$t_2 = \frac{\alpha_n}{\omega_n}, \text{ с}, \quad (45)$$

де α_n – кут між відрізками OA та OC, рад.; ω_n – кутова швидкість обертання ножового валу, рад/с; причому $\omega_n = 2\pi \cdot n_n$.

Після визначення кута α_n значення об'єму частинки буде дорівнювати, м³:

$$V_{\text{част.}} = \frac{\pi \cdot v \cdot d_{\text{омв.}}^2}{1440 \cdot n_n \cdot z_l} \cdot (360 - z_l \cdot \arccos(1 - (2b_l^2 / R_k))) \quad (46)$$

За (46) можливо отримувати значення об'єму частинок, що вийшли з будь якого ряду отворів вихідної решітки, тобто конкретизувати вплив геометрії леза ножа. Для спрощених обрахунків вираз (46) можна представити так:

$$V_{\text{част.}} = \frac{\pi \cdot \nu \cdot d_{\text{отв.}}^2}{1440 \cdot n_n \cdot z_d} \cdot (360 - z_d \cdot \arccos(1 - 4b_{\text{л.сер.}}^2 / (D_{\text{р.отв.р.}} - d_{\text{р.отв.р.}}))) \quad (47)$$

де $b_{\text{л.сер.}}$ – середнє значення ширини леза ножа, м.

Показник, що характеризує співвідношення геометричних параметрів частинки назвемо „Індекс розтягнутості”, він визначається так:

$$i_{\text{р.ч.}} = \frac{L_{\text{част.}}}{d_{\text{отв.}}},$$

де $L_{\text{част.}}$ - повздовжній розмір (довжина) частинки, м;

$d_{\text{отв.}}$ – поперечний розмір частинки (діаметр отворів решітки), м.

Теоретичний ступінь подрібнення зручно відображати так:

$$F_{\text{подр.}} = \frac{V_{\text{част.}}}{i_{\text{р.ч.}}}, \quad (48)$$

де $V_{\text{част.}}$ – об’єм частинки сировини, мм³.

Значення $F_{\text{подр.}}$, наприклад, може виглядати так $F_{\text{подр.}}=21/1,8$, що слід читати таким чином: при роботі вовчка із заданим компонованням різального механізму та при обраних режимах роботи теоретично можливо отримувати частинки сировини об’ємом 21 мм³, довжина яких $L_{\text{част.}}=1,8d_{\text{отв.}}$.

2.5 Розробка конструкції вихідної решітки

Як, відомо, найбільш відповідальною серед інших решіток та такою, що значно обумовлює пропускну здатність та енергоємність роботи усього різального вузла, є вихідна решітка.

Основний показник вихідної решітки – діаметр її отворів d_0 , який визначає площу живого перерізу решітки. Також важливим параметром є товщина вихідної решітки, що обумовлено значним зростанням гідравлічного опору проходженню сировини при збільшенні товщини (особливо це характерно для отворів малих діаметрів, які мають значне подовження).

Такий, незначущий на перший погляд фактор, як геометрична форма отворів, здійснює вплив на усі показники різального вузла:

- площу живого перерізу;
- площу тертя;
- енергоємність процесу різання;
- гідравлічний опір проходженню сировини.

Ще один фактор, який береться до уваги при конструюванні вихідної решітки – це можливість забезпечення жилування сировини.

Необхідно розрахувати механічну міцність вихідної решітки та величину опору її отворів. На обидва вказані показники визначальний вплив здійснює товщина решітки. Залежність товщини решітки від її зовнішнього діаметру наведена у табл. 2.1. Як видно з табл. 2.1, кожному значенню зовнішнього діаметру решітки відповідає певний діапазон її товщини.

При виборі значення товщини слід намагатись забезпечити мінімальний опір отворів решітки руху сировини, максимальну міцність решітки, причому – із урахуванням зменшення товщини решітки в процесі її експлуатації внаслідок переточування (рис. 2.13, а).

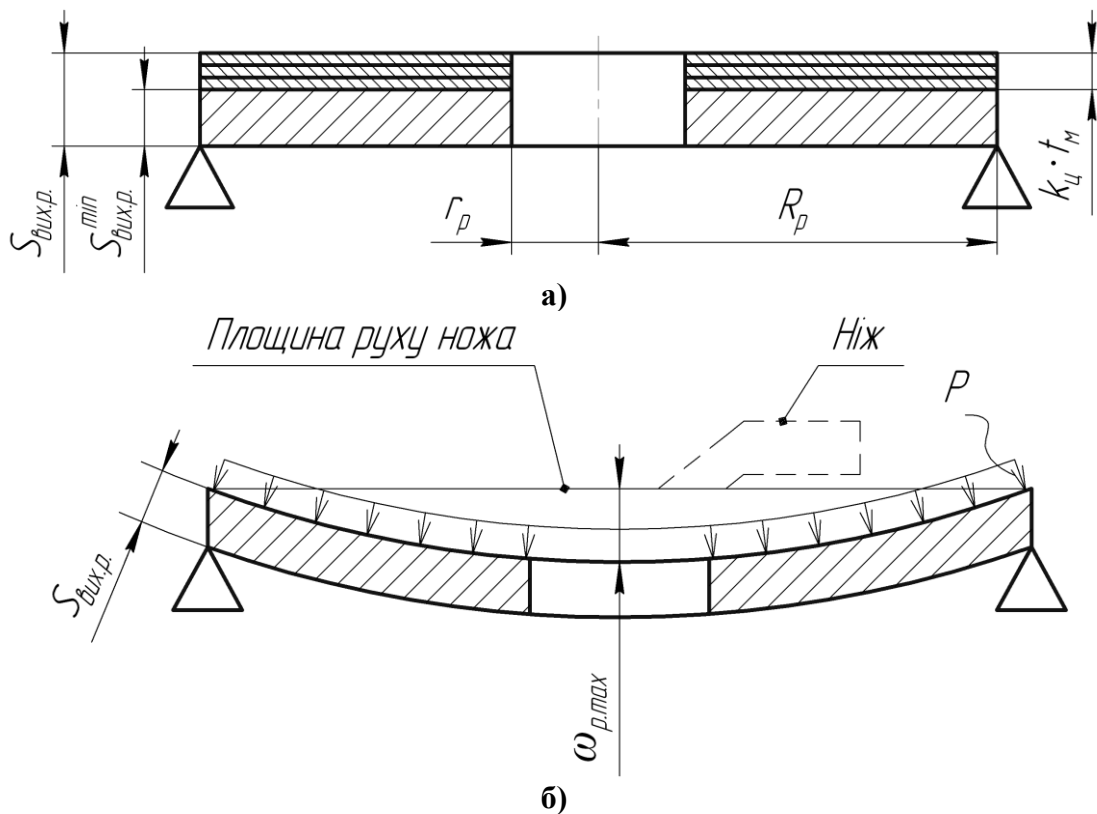


Рис. 2.13. Схема до визначення товщини вихідної решітки:
а) – утворення загальної товщини решітки шляхом передбачення припуску на перезагострювання; б) - деформація решітки під дією тиску подачі сировини

Розрахунок жорсткості вихідної решітки

Розрахунок решітки на жорсткість проводиться як кільцевої перфорованої пластини [44]. На рис. 2.13, б показано схему навантаження кільцевої перфорованої пластини розподіленим навантаженням P .

(зменшення жорсткості та міцності решітки внаслідок перфорації враховується через коефіцієнти приведення γ).

Мінімально допустиме значення товщини вихідної решітки $S^{min}_{вих.р.}$, яке повинно являти собою товщину решітки в кінці терміну її експлуатації (внаслідок зменшення товщини після багаторазового перезаточування), визначається наступним чином (рис. 2.13).

Уточнене значення коефіцієнта приведення жорсткості решітки, м:

$$\gamma = \frac{P \cdot r_2^4}{64D_p \cdot \omega_{p,max}} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{1+\mu} \left[(3+\mu)(1+2\beta^2) + k_1 \right] \cdot (1-\beta^2) - (1-\beta^4) - \\ - \frac{4}{1-\mu} k_1 \cdot \ln \beta - 8\beta^4 \cdot \ln \beta \end{array} \right\}, \quad (49)$$

де P – тиск у різальному вузлі, Па (згідно варіанту завдання);

$\omega_{p,max}$ – максимальний допустимий прогин решітки, м ($\omega_{p,max} = 0,02$ мм [45]);

μ – коефіцієнт Пуасона ($\mu = 0,3$);

$$\beta = \frac{r_p}{R_p}; \quad k_1 = \beta^2 \left[3 + \mu + 4(1 + \mu) \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \ln \beta \right]. \quad (50)$$

Коефіцієнт k , при $0,5 \leq \frac{d_{отв.}}{S_{кв.}} \leq 0,9$, складає для розташування отворів по вершинам квадратів із стороною $S_{кв.}$ (значення $S_{кв.}$ визначається по сітці розбивки отворів в решітці):

$$k = \frac{4\gamma}{1 - \mu^2 \left[1 - 0,906 \left(\frac{d_{отв.}}{S_{кв.}} \right)^2 \right]} - 3 \quad (51)$$

Коефіцієнт k , при $0,5 \leq \frac{d_{отв.}}{S_{трик.}} \leq 0,9$, складає для розташування отворів по вершинам рівнобічних трикутників із стороною $S_{трик.}$ (значення $S_{трик.}$ визначається по сітці розбивки отворів в решітці):

$$k = \frac{4\gamma}{1 - \mu^2 \left[1 - 0,785 \left(\frac{d_{отв.}}{S_{трик.}} \right)^2 \right]} - 3 \quad (52)$$

Мінімально допустиме значення товщини вихідної решітки $S_{вих.р.}^{min}$, м:

$$S_{вих.р.}^{min} = \sqrt{\frac{(1,41-k)(S_{трик.} - d_{отв.})^2}{k}}. \quad (53)$$

Максимальний радіальний згинальний момент, який приходить на одиницю довжини циліндричного перерізу пластини, Н·м/м:

$$M_r = \frac{P \cdot R_p^2}{16} \left[\begin{array}{l} (3 + \mu)(1 - \beta^2) + k_1 \left(1 - \frac{1}{\beta^2}\right) + \\ + 4(1 + \mu)\beta^2 \cdot \ln \beta \end{array} \right] \quad (54)$$

Максимальний окружний згинальний момент, який приходить на одиницю довжини меридіонального перерізу пластини, Н·м/м:

$$M_t = \frac{P \cdot R_p^2}{16} \left[\begin{array}{l} 2(1 - \mu) \cdot (1 - 2\beta^2) + (1 + 3\mu)(1 - \beta^2) + \\ + k_1 \left(1 + \frac{1}{\beta^2}\right) + 4(1 + \mu)\beta^2 \cdot \ln \beta \end{array} \right]. \quad (55)$$

Приведена товщина решітки $S_{прив.р.}$ визначається таким чином, м:

$$S_{прив.р.} = \frac{1}{2} S_{вих.р.}^{min} \cdot \sqrt[3]{\gamma} \quad (56)$$

Значення напружень, без врахування концентрацій біля отворів, розраховуються наступним чином:

$$\sigma_r = \frac{3}{2} \cdot \frac{M_r}{(S_{прив.р.})^2} \quad (57)$$

$$\sigma_t = \frac{3}{2} \cdot \frac{M_t}{(S_{прив.р.})^2} \quad (58)$$

Повинна виконуватись умова відсутності пластичних деформацій:

$$\sigma_{екв} \leq \frac{\sigma_T}{n_{зан.м.}} \quad (59)$$

де $\sigma_{екв}$ – еквівалентне напруження ($\sigma_{екв} = \sigma_r$ при $\sigma_r > \sigma_t$; $\sigma_{екв} = \sigma_t$ при $\sigma_t > \sigma_r$);

σ_T – напруження текучості ($\sigma_T = 785$ МПа);

$n_{зан.м.}$ – коефіцієнт запасу міцності решітки ($n_{зан.м.} = 1,5$).

Якщо умова (59) не виконується, необхідно збільшити значення $S_{вих.р.}^{min}$ і заново провести розрахунок на міцність з метою перевірки умови міцності.

Прийняте значення товщини вихідної решітки $S_{вих.р.}$ визначається так, мм:

$$S_{вих.р.} = S_{вих.р.}^{min} + k_{ц} \cdot t_m \quad (60)$$

де $S_{вих.р.}^{min}$ – мінімально допустиме значення вихідної решітки, мм;

$k_{ц}$ - коефіцієнт, що враховує кількість циклів перезаточування решітки під час всього терміну її експлуатації ($k_{ц} = 20 \div 30$);

t_m – глибина шару металу решітки, який знімається при 1 перезаточуванні з одного торцю решітки ($t_m = 0,2 \div 0,4$ мм), мм.

Розрахунок гідравлічного опору вихідної решітки

Визначення опору отворів решітки (циліндричних отворів) проводиться наступним чином [46]. На рис. 2.14 показано схему дії сил на елементарний шар сировини товщиною dx , що знаходиться у отворі діаметром $d_{отв.}$ нескінченної довжини. На елементарний шар сировини діє осьовий тиск P , що призводить до руху елементарного шару. У протилежному до P напрямку діють сила опору ($P+dP$) та сила тертя $F_{тр}$.

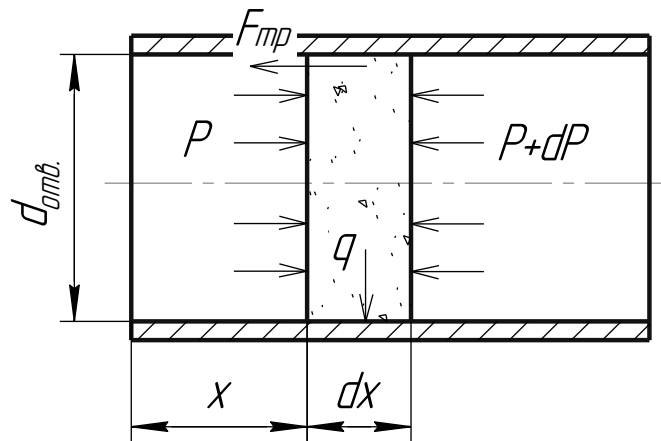


Рис. 2.14. Схема сил, що діють на елементарний шар сировини в каналі

Дія осьового тиску P передається від сировини на стінки отвору боковим тиском q_{δ} . Для пластично-пружних матеріалів величина бокового тиску розраховується за виразом:

$$q_{\delta} = \mu_{\delta.p.} \cdot P + q_0 \quad (61)$$

де P – осьовий тиск (згідно варіанту завдання);
 $\mu_{б.р.}$ – коефіцієнт бокового розпору ($\mu_{б.р.} = 0,75 \div 0,80$ [47]);
 q_0 – величина залишкового бокового тиску ($q_0 = 0,04 \div 0,015$) P .

Рівняння рівноваги шару в проекції на вісь каналу x буде:

$$P_x \cdot u - (P_x + dP_x) \cdot u - f_{mp.} \cdot q_x \cdot l \cdot dx = 0$$

де u – площа поперечного перерізу елементарного шару;
 l – периметр поперечного перерізу елементарного шару;
 $f_{mp.}$ – коефіцієнт тертя сировини по стінкам отвору.

Вирішивши це рівняння відносно P_x , та виразивши l та u через діаметр отвору $d_{отв.}$ та довжину елементарного шару dx , а координату x замінивши на довжину отвору $L_{отв.}$, отримаємо:

$$P_x = \left(\frac{q_0}{\mu_{б.р.}} \right) \cdot e^{\frac{4 f_{mp.} \cdot \mu_{б.р.} \cdot L_{отв.}}{d_{отв.}}} - \frac{q_0}{\mu_{б.р.}} \quad (62)$$

де $f_{mp.}$ – коефіцієнт тертя сировини о стінки отвору решітки;
 $L_{отв.}$ – довжина отвору решітки;
 $d_{отв.}$ – діаметр отвору;
 q_0 – залишковий боковий тиск;
 $\mu_{б.р.}$ – коефіцієнт бокового тиску ($\mu_{б.р.} = 0,75 \div 0,8$).

Вираз (62) дозволяє розрахувати величину опору отвору довільної довжини при змінних характерних параметрах сировини та самого отвору, враховуючи належним чином реологічні властивості сировини.

На рис. 2.15 представлено результати розрахунку опору отвору діаметром 3 мм при наступних параметрах: $P = 0,3; 0,4; 0,5$ МПа; $q_0 = 0,04P$; $\mu_{б.р.} = 0,75$; $f = 0,13$ – динамічний коефіцієнт тертя яловичини по сталі при швидкості руху 0,050 м/с; значення $L_{отв.}$ прийmemo згідно [30].

Як видно з рис. 2.15, вказана залежність має експоненціальний характер. При товщині решітки до 10 мм збільшення тиску опору при збільшенні товщини решітки на 1 мм незначне, тоді як в інтервалі від 10 до 22 мм починається різке збільшення тиску опору.

У випадку, коли згідно умов завдання на проектування висунуто таку спеціальну вимогу як «Зменшений опір решіток руху сировини» слід виконати наступний вид розрахунку. При цьому слід змінити

конфігурацію отворів решітки – перейти від циліндричної їх форми до складеної із двох частин (конічної та циліндричної).

Розрахунок гідравлічного опору решітки в такому випадку проводиться наступним чином [48].

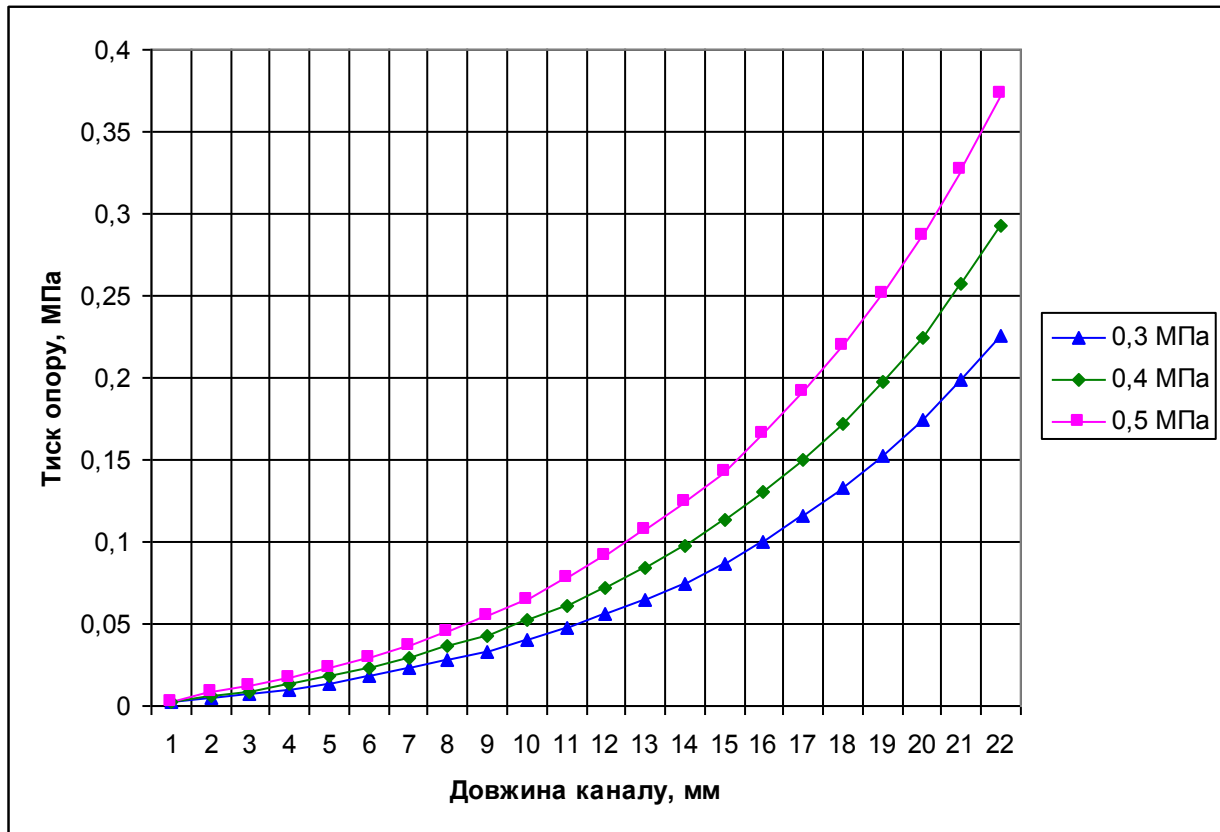


Рис. 2.15. Залежність величини тиску опору від довжини отвору

Залежність опору конічного каналу, що розширюється, від його параметрів та від механічних і реологічних параметрів м'ясної сировини виводиться шляхом складання диференційного рівняння рівноваги елементарного шару сировини товщиною dx на відстані x від початку каналу.

На рис. 2.16 показано схему дії сил на елементарний шар сировини товщиною dx , що знаходиться у отворі із початковим діаметром $d_{отв}$ нескінченної довжини. На елементарний шар сировини діє осьовий тиск P_x , що призводить до руху елементарного шару. У протилежному до P_x напрямку діють сила опору $(P_x + dP_x)$ та сила тертя $F_{тр}$. Дія осьового тиску P_x передається від сировини на стінки каналу боковим тиском $q_{б}$.

Величина бокового тиску:

$$q_{б} = \mu_{б.р.} \cdot P + q_0 \quad (63)$$

де P – осьовий тиск (згідно варіанту завдання);
 $\mu_{б.р.}$ – коефіцієнт бокового розпору ($\mu_{б.р.} = 0,75 \div 0,80$);

q_0 – величина залишкового бокового тиску після припинення дії осевого навантаження ($q_0 = 0,04 \div 0,015$) P .

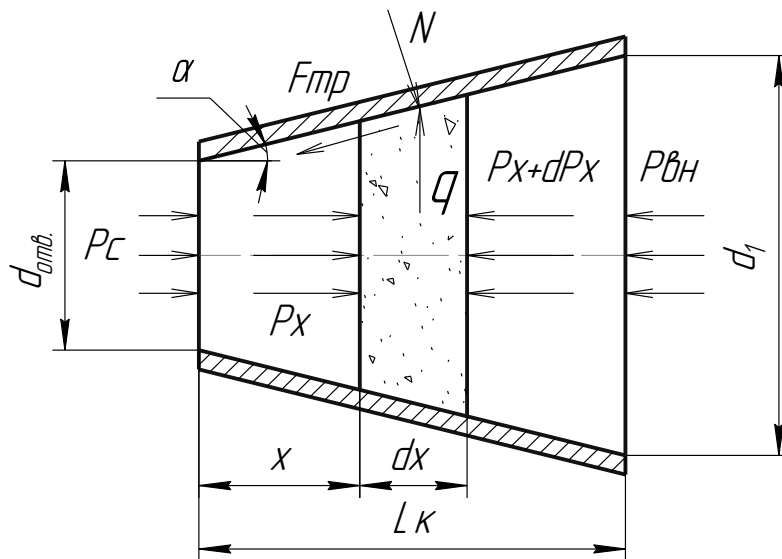


Рис. 2.16. Схема сил, що діють на елементарний шар сировини в отворі

Позначимо: l_x та u_x – відповідно периметр та площа поперечного перерізу отвору на відстані x ; L_k – довжина отвору; $\alpha_{кон.}$ – кут нахилу твірної конуса. Рівняння рівноваги шару із врахуванням сил тертя в проекції на вісь x буде:

$$P_x \cdot u_x - (P_x + dP_x) \cdot u_x - F_{mp,x} \frac{l_x \cdot dx}{\cos \alpha} + N_x \frac{l_x \cdot dx}{\cos \alpha} = 0.$$

Силу тертя можна визначити як $F_{mp,x} = f_{mp} \cdot N = f_{mp} \cdot q_x \cdot \cos \alpha$, де f_{mp} – коефіцієнт тертя сировини по стінкам отвору. Тоді рівняння рівноваги запишеться так:

$$P_x \cdot u_x - (P_x + dP_x) \cdot u_x - \frac{l_x \cdot dx}{\cos \alpha} f_{mp} \cdot q_x \cdot \cos \alpha + q_x \cdot (\cos \alpha)(\sin \alpha) \frac{l_x \cdot dx}{\cos \alpha} = 0.$$

Вирішивши це рівняння відносно P_x , та виразивши l та u через початковий діаметр отвору d_{omb} та довжину елементарного шару dx , а координату x замінивши на довжину отвору $L_{к.отв.}$ отримаємо:

$$P_c = \left(\frac{q_0}{\mu_{б.р.}} \right) \left(\frac{d_{omb.}}{d_{omb.} + 2L_{к.отв.} \cdot \text{tg} \alpha_{кон.}} \right)^k - \frac{q_0}{\mu_{б.р.}} \quad (64)$$

де q_0 – залишковий боковий тиск, МПа;
 $\mu_{б.р.}$ – коефіцієнт бокового тиску;

2.5 Розробка конструкції вихідної решітки

$d_{отв.}$ – вхідний діаметр отвору;

$L_{к.отв.}$ – довжина отвору;

$\alpha_{кон.}$ – кут між твірною конусу та його віссю;

$$k = \frac{2\mu_{б.р.}(\sin \alpha_{кон.} - f_{тр.})}{tg \alpha_{кон.}} \quad \text{– показник степеня;}$$

$f_{тр.}$ – коефіцієнт тертя сировини о стінки отвору.

За рівнянням (64) слід розраховувати опір конічної частини отвору, що розширюється).

На рис. 2.17 представлено результати розрахунку опору отвору діаметром 3 мм при наступних параметрах: $P=0,4$ МПа; $q_0 = 0,04P$; $\mu_{б.р.}=0,7$; $f_{тр.}=0,13$ – динамічний коефіцієнт тертя яловичини по сталі при швидкості руху 0,050 м/с; $L_{кон.отв.}=22$; $\alpha = 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ$.

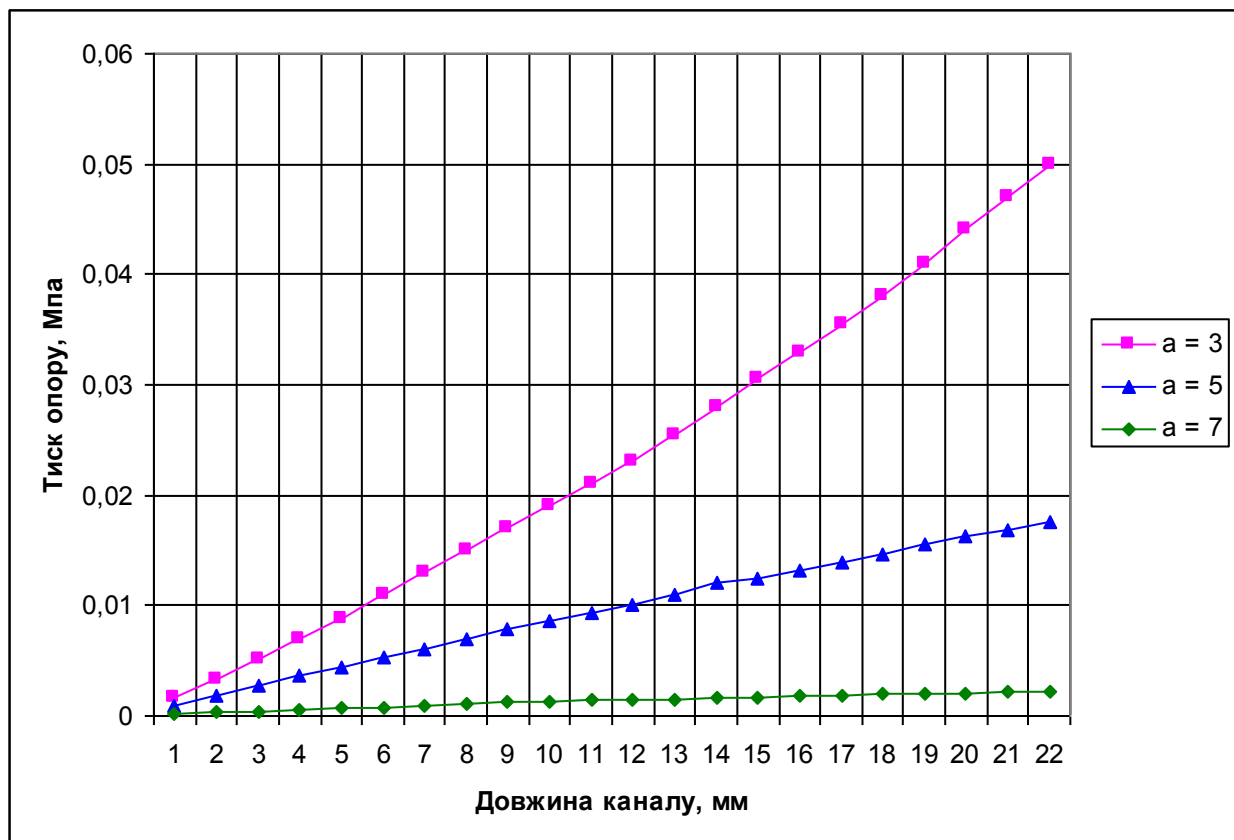


Рис. 2.17. Залежність величини тиску опору від довжини отвору

Як видно з рис. 2.17, вказана залежність має лінійний характер. Максимальне значення опору спостерігається для отвору довжиною 22 мм із кутом $\alpha = 3^\circ$ – 0,05 МПа. Збільшення кута нахилу твірної конуса α від 3° до 7° призводить до зменшення тиску опору отвору на довжині 15 мм (як для найтипівіших решіток зовнішнім діаметром 15 мм) з 30,5 кПа до 1,7 кПа, тобто – більше як у 10 разів.

Задля зменшення загального гідравлічного опору решітки (опір втиснення сировини у отворі та опір руху сировини всередині отворів)

слід застосовувати наступну [29] конфігурацію отворів (рис. 2.18). Отвір складається із конічної початкової частини та циліндричної, що йде за нею.

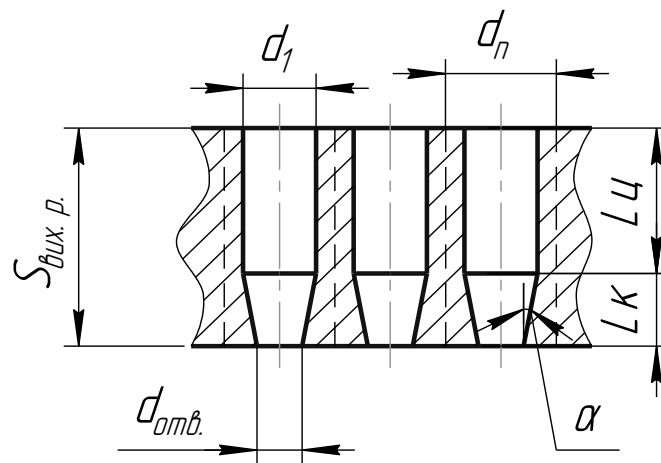


Рис. 2.18. Отвори розробленої конструкції

Для визначення загального гідравлічного опору слід знати як значення опору руху всередині отворів так і значення „лобового” опору - опору втиснення сировини у отвори.

Величина лобового опору визначається, насамперед, величиною мінімально можливих перемичок $\delta_{пер.}$ між отворами, які в свою чергу визначаються технологічними відстанями d_n . Як видно з рис. 2.19, при застосуванні конічних отворів величина перемички $\delta_{пер.}$ значно зростає у порівнянні із отворами циліндричними. Це обумовлено тим, що діаметр конічного отвору на виході буде більшим чим на вході (в залежності від довжини отвору та кута конусу α).

Для визначення збільшення величини лобового опору при застосуванні конічної частини слід виконати наступні розрахунки.

Середнє значення тиску у різальному вузлі вовчка складає 0,4 МПа. Можна визначити, яку долю від загального складає лобовий опір для заданого типу отворів та параметрів процесу.

Очевидно, що: $P = P_l + P_c$, де P_l – лобовий опір решітки, P_c – опір каналів (отворів) решітки. Отже, в даному випадку - $P_l = 0,75P$ або, в середньому за даних умов, $P_l = 0,75 \cdot 0,4 = 0,3$ МПа.

Знаючи значення лобового опору за нормальних умов (вказаний загальний опір, довжина каналів та площа перемичок поміж циліндричними отворами, яку можна прийняти за 1), можна вирахувати підвищення P_l внаслідок збільшення площі перемичок при застосуванні конічних отворів.

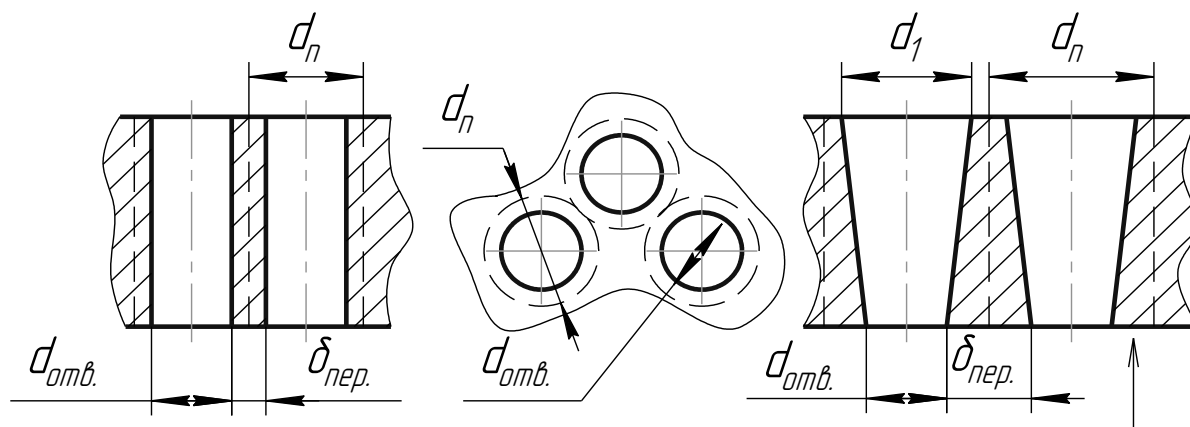


Рис. 2.19. Геометричні параметри циліндричних та конічних отворів

Так збільшення лобового опору решітки прямо пропорційне збільшенню площі перемичок (зменшенню діаметрів отворів).

$$\text{Тоді можна записати: } \frac{P_{л2}}{P_{л1}} = \frac{4\tau \cdot d_2}{4\tau \cdot d_1} = \frac{d_2}{d_1}, \text{ або } P_{л2} = \frac{d_2}{d_1} P_{л1} = n \cdot P_{л1},$$

де n – коефіцієнт, що показує у скільки разів зменшився діаметр отворів решітки.

Величина перемичок $\delta_{пер}$ поміж отворами, як видно з рис. 2.19, залежить від найбільшого діаметру отвору (для циліндричних – $d_{омв.}$, для конічних – d_1) та від технологічних відстаней, що дорівнюють $(d_n - d_{омв.})$ та $(d_n - d_1)$ для циліндричних та конічних отворів відповідно.

Значення діаметру d_1 для конічних отворів визначається за виразом $d_1 = d_{омв.} + 2L_{кон.омв.} \cdot \text{tg} \alpha_{кон.}$, відповідно до позначень, зазначених вище. Значення технологічних відстаней для отворів діаметром 3 мм можна визначити за решітками, що серійно випускаються: $(d_n - d_{омв.}) = 2,5$ мм.

Таким чином можна визначити коефіцієнт збільшення площі перемичок при переході від циліндричної до конічної конфігурації отворів (відповідно до позначень рис. 2.19): $n = \frac{d_1 + 2,5}{d_0 + 2,5}$.

В такому разі, відповідно, значення лобового опору при переході від циліндричної до конічної конфігурації отворів запишеться:

$$P_{л}^к = P_{л}^ц \left(1 + \frac{2L_{к} \cdot \text{tg} \alpha}{d_0 + 2,5} \right) = 0,75 P \left(1 + \frac{2L_{к} \cdot \text{tg} \alpha}{d_0 + 2,5} \right). \quad (65)$$

Компоненту $P_c^к$ (опір конічних отворів) можна визначити за (64).

Загальний опір при використанні складаних отворів визначиться як:

$$P = P_{л} + P_c^к + P_c^ц, \quad (66)$$

де P_l – лобовий опір решітки (розраховується за (65));

P_c^k - опір конічної ділянки отворів (розраховується за (64));

$P_{ц}^k$ - опір циліндричної ділянки (розраховується за (62) при $d_0=d_1$).

Розраховані значення загального ГО та його складових при використанні складаних отворів довжиною 15 мм (як для решіток вовчків середньої потужності), початковим діаметром $d_{отв.}=3$ мм та кутом нахилу твірної конуса, що приймає найбільш оптимальне значення $\alpha=3^0$, приведено на рис. 2.20.

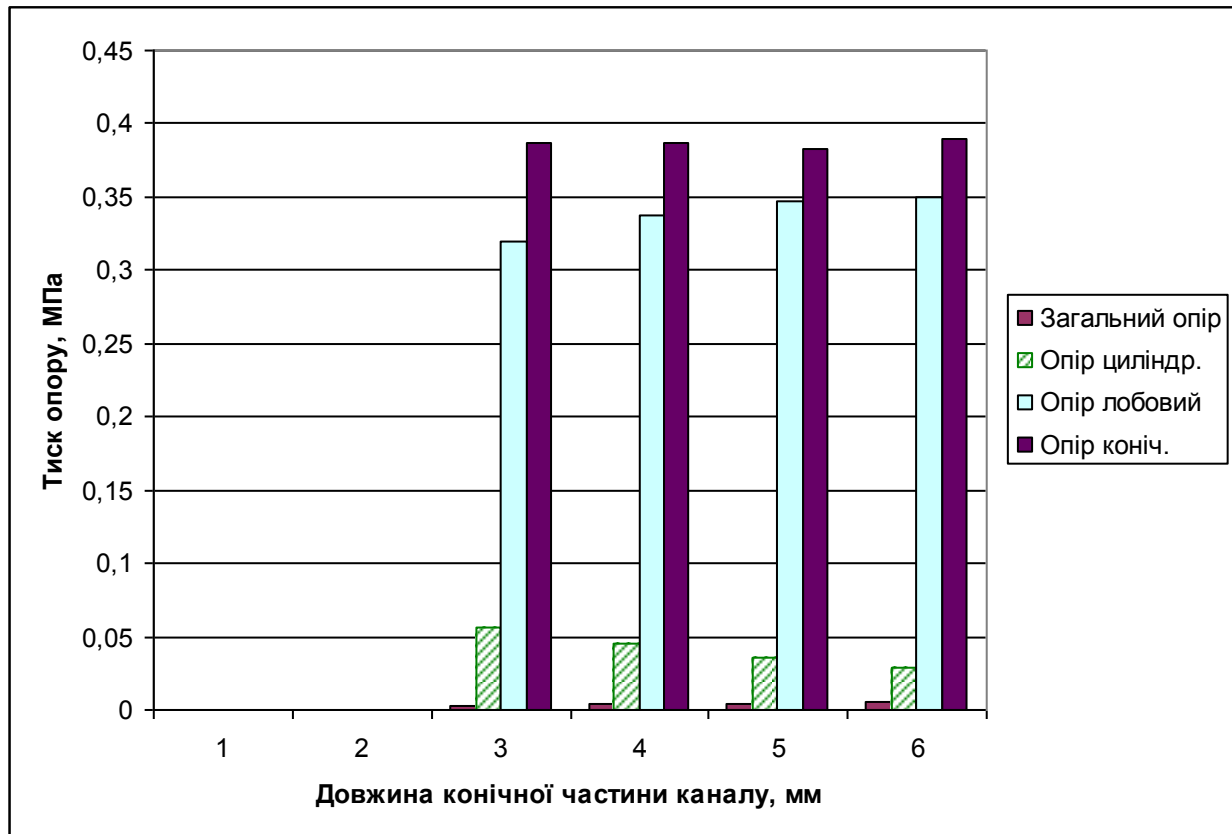


Рис. 2.20. Залежність загального гідравлічного опору та його складових від довжини конічної частини отворів

Згідно проведених розрахунків було визначено, що найменший загальний ГО решітки спостерігається при довжині конічної частини $L_{к.отв.}=5$ мм, тобто $L_{к.отв.}=L/3$, і складає 0,37 МПа, що на 6,3% менше за ГО решітки із циліндричними каналами. Це підтверджує раціональність запропонованої конфігурації складаних отворів стосовно поставленої мети.

Після розрахунку значення гідравлічного опору необхідно зробити висновок про зменшення гідравлічного опору решітки із отворами складаної конфігурації у порівнянні із решіткою з циліндричними отворами (виразити у відсотках).

2.6 Розрахунок параметрів проміжної решітки

Проміжна решітка повинна мати отвори діаметром у 3÷5 разів більше ніж діаметр отворів вихідної решітки.

Для проміжної решітки величина її товщини також має велике значення. Як відомо, енергоємність процесу подрібнення м'яса механізмом типу „ніж-решітка” напряму залежить від кількості ріжучих площин, що приймають участь у подрібненні, тобто від кількості етапів подрібнення, причому чим більше етапів – тим менша загальна енергоємність.

Процес подрібнення сировини на проміжній решітці відбувається наступним чином (рис. 2.21). В отвори проміжної решітки 1 вдавлюються шматочки сировини, довжина яких залежить від осьової швидкості руху сировини та від подрібнювальної дії ножа 2. Кожен шматочок при виході з отвору решітки знову подрібнюється наступним ножем 3. Від того наскільки раціонально буде виконано цей етап залежить однорідність подрібнення кінцевого продукту та енергоємність подрібнення на вихідній решітці.

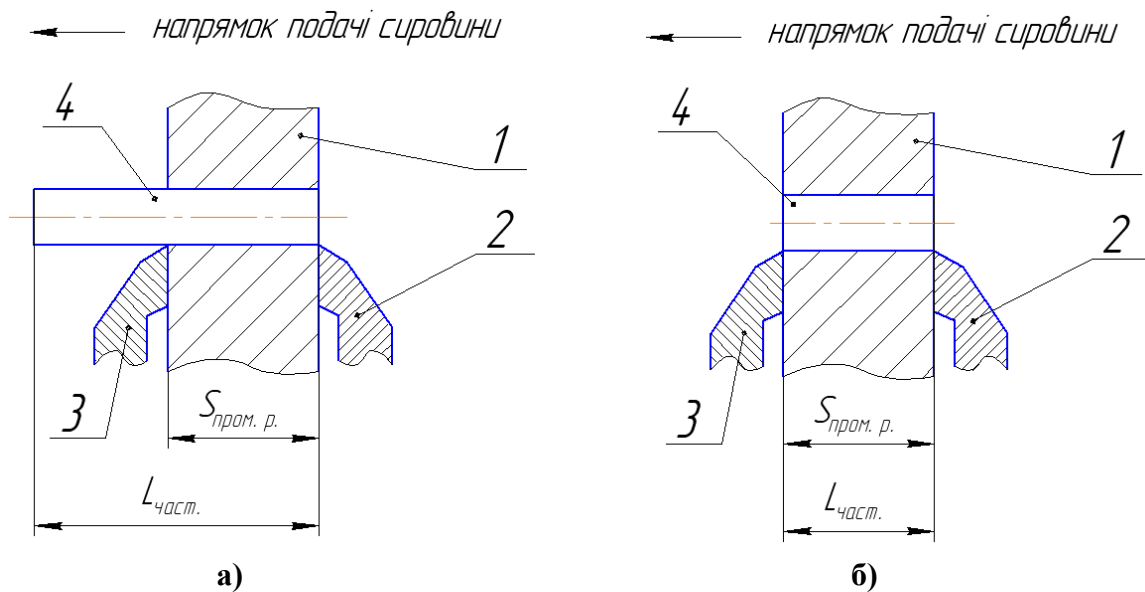


Рис. 2.21. Схема подрібнення сировини на проміжній решітці:

а) – сприятливий випадок; б) – несприятливий випадок;

1 – проміжна решітка вовчка; 2 – ніж, що контактує з проміжною решіткою з боку приймальної решітки; 3 – ніж, що контактує з проміжною решіткою з боку вихідної решітки; 4 – частинка сировини, що рухається в отворі решітки

Найсприятливішим можна вважати той випадок, коли шматочки сировини 4, що виходять із приймальної решітки, перерізаються наступним ножем 3 навпіл (рис. 2.21, а).

А за найнесприятливіший можна вважати той випадок, коли наступний за проміжною решіткою ніж 3 виконує різальну дію по ділянці,

що розмежовує два сусідні шматочки, тобто – цей ніж не виконує подрібнення (рис. 2.21, б). В свою чергу, раціональність подрібнення на виході з решітки залежить від значення її товщини.

З метою забезпечення належного процесу подрібнення слід визначити таке значення товщини решітки, яке забезпечить підвищення ефективності подрібнення в різальному вузлі вовчка [49]. Значення товщини проміжної решітки можна визначити, використовуючи наступні умови:

$$S_{\text{пром.р.}} = S_{\text{вих.р.}}^{\min} + 2k_{\text{ц}} \cdot t_{\text{м}}, \text{ м} \quad (67)$$

та

$$S_{\text{пром.р.}} = i \cdot L_{\text{част.}} \pm 0,01, \text{ м} \quad (68)$$

де $S_{\text{вих.р.}}^{\min}$ – мінімально допустиме значення вихідної решітки, м (визначається з виразу (41) при $\omega_{\text{max}}=0,02$ мм);

$k_{\text{ц}}$ - коефіцієнт, що враховує кількість циклів перезаточування решітки під час всього терміну її експлуатації ($k_{\text{ц}} = 20 \div 30$);

$t_{\text{м}}$ – глибина шару металу решітки, який знімається при одному перезаточуванні з одного торцю решітки ($t_{\text{м}}=0,2 \div 0,4$ мм), м;

i - коефіцієнт, що враховує кратність значення товщини решітки відносно значення довжини частинки сировини ($i=1, 2, \dots, 5$);

$L_{\text{част.}}$ – довжина частинки сировини, яка утворюється при проходженні проміжної решітки (визначається за виразом (39)), кг/год.

2.7 Вибір конструкції приймальної решітки

Призначення приймальної решітки, як відомо, полягає в розділенні початкових шматів м'яса на більш мілкі перед їх потраплянням на проміжну решітку.

Отвори приймальної решітки мають найбільший діаметр (розмір), тому їх гідравлічний опір є незначним. В той же час на приймальну решітку (на перемички поміж отворами) діє найбільше навантаження оскільки сировина наданому етапі відрізняється найменшою текучістю (шматки найбільших розмірів). З огляду на це для приймальної решітки рекомендується обирати найбільше значення товщини з діапазону, що визначається за [26].

Кількість отворів приймальної решітки повинна визначатись в залежності від діаметру отворів проміжної решітки та із урахуванням того, в якому стані знаходиться оброблювана сировина (парне м'ясо або заморожене).

Форма отворів приймальної решітки повинна забезпечувати найкращі умови різання сировини (бажано застосування отворів із кутом

різання меншим 90^0 – рис. 2.22, б, і) та найкращі умови захоплення сировини між кромкою леза ножа та кромкою отвору решітки (конфігурація різальної кромки отворів повинна бути близькою до конфігурації різальної кромки ножа, що контактує з даною решіткою).

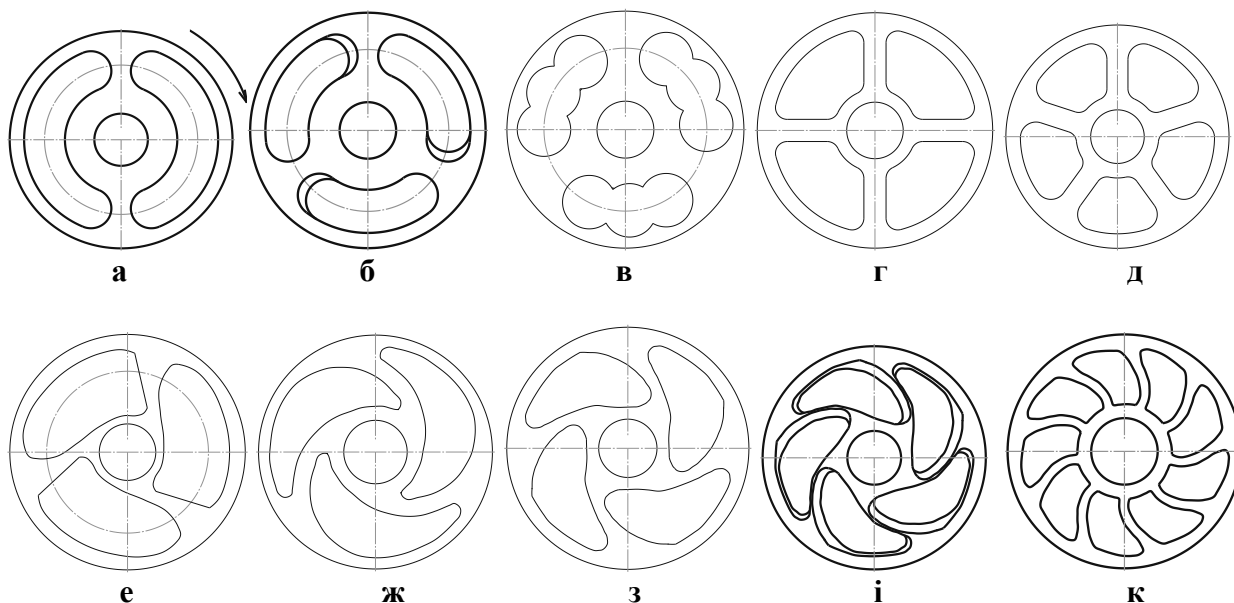


Рис. 2.22. Конструкції приймальних решіток вовчка

Також при визначенні конфігурації отворів приймальної решітки слід брати до уваги її технологічність. Так, наприклад, застосування отворів за рис. 2.22, в дозволяє їх виготовити методом свердління, а не литва. Це зумовлює можливість виготовлення такої решітки на самому м'ясопереробному підприємстві.

Як відомо [28], ефективність роботи різальної пари (типу ножиць) залежить, серед іншого, від кута защемлення χ (рис. 2.23). При взаємодії різальних кромки із сировиною виникають сили нормального тиску P_n та сили тертя $f \cdot P_n$.

Можливо два випадки: коли сировина витискається із зони різання в напрямку дії результуючої сили R при $\chi > 2\varphi$ (рис. 2.23, а) та коли сировина зацімлюється між різальними кромками (рис. 2.23, б) і одразу починається процес різання (при $\chi = 2\varphi$). Причому φ – кут тертя сировини об матеріал різальних кромки. Таким чином забезпечення між дотичними до різальних кромки 3 і 6, що утворюють відповідні різальні пари, кута $0 < \chi \leq 2\varphi$ сприяє підвищенню ефективності різання, продуктивності та якості оброблюваного продукту (через відсутність шкідливого відтискання м'ясної сировини у бік від різальних кромки).

Процес різання органічної сировини проходить найкращим чином тоді, коли забезпечується ковзаюче різання. Кращі параметри ковзаючого різання (при різанні достатньо м'якої сировини) досягаються в тому випадку, коли одна з різальних кромки різальної пари прямолінійна, а друга – криволінійна [50] (рис. 2.24).

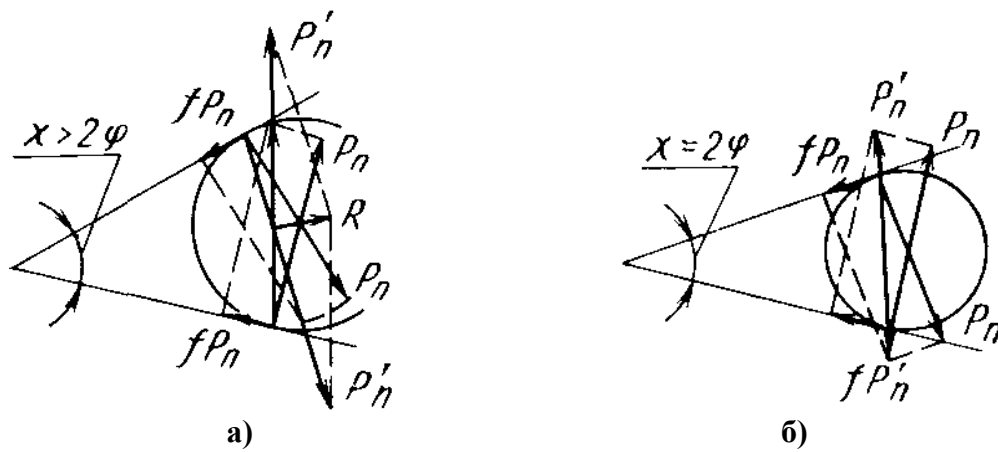


Рис. 2.23. Схема дії сил на сировину при роботі приймальної решітки вовчка в парі із ножем:
а) – випадок, коли сировини витискається із зони різання;
б) – випадок, коли сировина зацімлюється та розрізається

В такому разі біля вершини різальної пари створюються умови для ковзаючого різання, а в той час в іншій частині різальної пари сировина підлягає мінімальному непродуктивному стисненню, що дозволяє зберегти якість продукту. Таким чином, виконання приймальної решітки вовчка (рис. 2.24, а) із прямолінійними різальними кромками 3 (у випадку коли ніж 5 має криволінійні різальні кромки) та виконання приймальної решітки вовчка (рис. 2.24, б) із криволінійними різальними кромками 3 (у випадку коли ніж 5 має прямолінійні різальні кромки) при різанні сировини із питомим зусиллям різання меншим 150 Н/м дозволяє забезпечити належну якість різання сировини.

При різанні сировини із питомим зусиллям різання більшим 150 Н/м слід застосовувати різальні пари „секторного” типу (рис. 2.24, в): різальні кромки 3 і 6 криволінійні і розташовані з ексцентриситетом e . Це призводить до зменшення енергоємності та покращення якості продукту.

При виконанні різальних кромок 3 у вигляді ділянки кола (рис. 2.24, г) слід забезпечити умову, що кут α між прямими, які проходять через крайні по напрямку руху ножа 5 точки робочого отвору 2 решітки, із вершиною в центрі решітки, повинен бути меншим або дорівнювати куту β між прямими, що проходять через точки перетину різальної кромки 6 і задньої грані 7 двох сусідніх лез 4 ножа 5 із колом, яке проходить через крайні по напрямку руху ножа точки робочого отвору решітки. Виконання цієї умови призводить до підвищення продуктивності роботи різальних пар, оскільки в протилежному випадку різання наступною різальною кромкою 6 не починається поки задня грань 7 попереднього леза 4 не міне різальну кромку 3 робочого отвору 2.

Також необхідне дотримання наступної умови - кількість отворів решітки має бути на 1 більша кількості лез ножа, що з нею контактує.

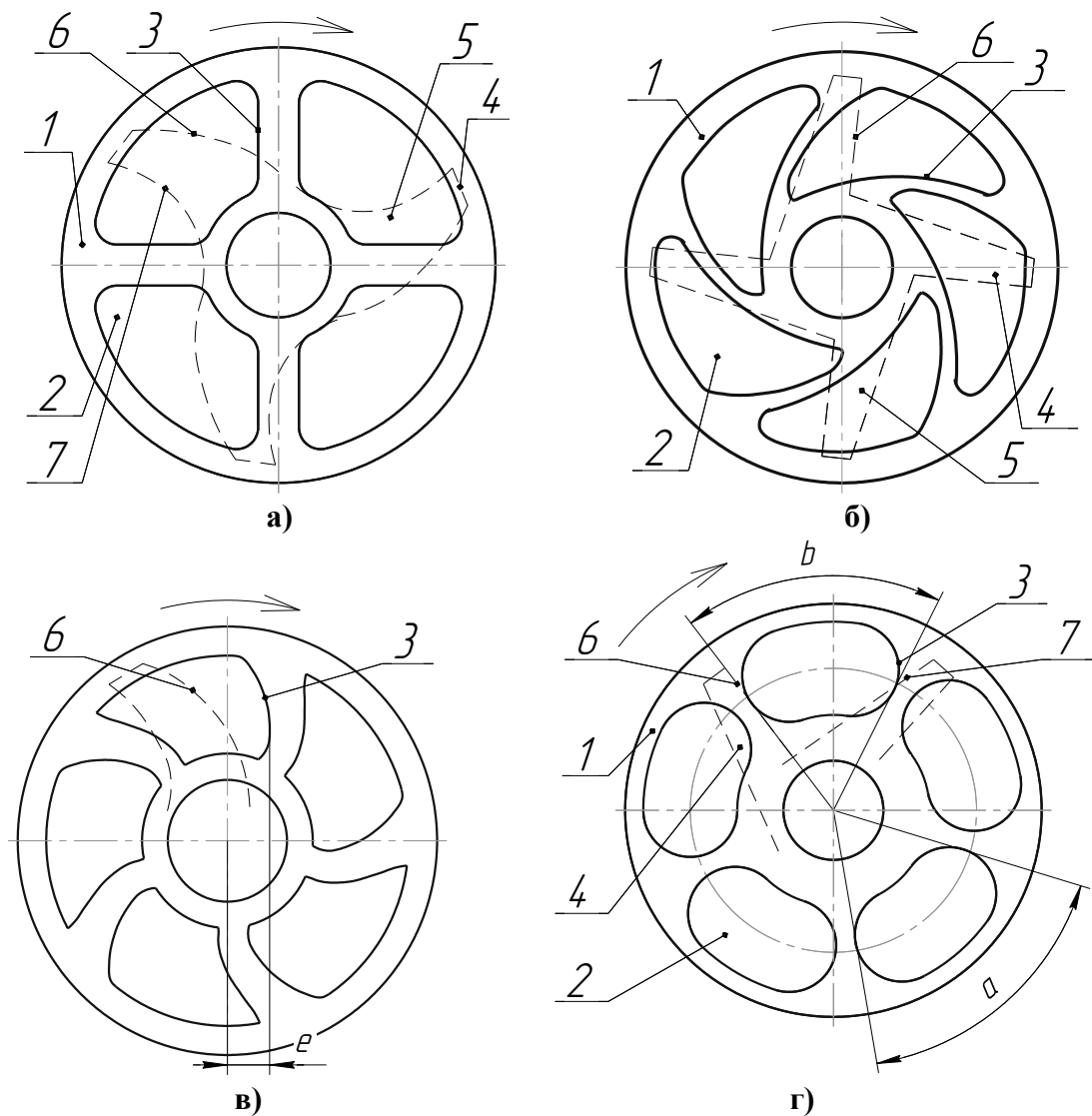


Рис. 2.24. Конструкції приймальних решіток вовчка:
 а) - із прямолінійними різальними кромками; б) - із криволінійними різальними кромками; в) - „секторного” типу; г) – із різальними кромками, що виконані у вигляді ділянки кола

2.8 Визначення зносостійкості різального інструменту

Під час роботи різального комплексу відбувається його інтенсивне зношування. Величина зношування ножів та решіток залежить від:

- площі контакту (коефіцієнт перфорації решітки);
- нормального тиску;
- швидкості відносного руху.

Отже, різне конструктивне виконання деталей різального вузла та вовчка в цілому зумовлює різне значення величини зношування різального інструменту. Таким чином, доцільно розрахувати очікуване зношування

різального інструменту з метою визначення раціональності прийнятих конструктивних рішень.

За результатами експериментальних досліджень [23] при роботі різального механізму вовчка значення коефіцієнтів тертя f_{mp} змінюються у певних межах в залежності від швидкості відносного руху $v_{терт.}$ деталей різальних пар. Для значень швидкості $v_{терт.}$, що зустрічаються у вовчках, був отриманий інтервал $0,04 < f_{mp} < 0,0037$.

При збільшенні зовнішнього діаметру решітки відбувається збільшення лінійної швидкості руху периферійних ділянок лез ножа (швидкості відносного руху $v_{терт.}$), що приводить до зменшення значення коефіцієнта тертя f_{mp} та величини зношування (рис. 2.25, 2.26).

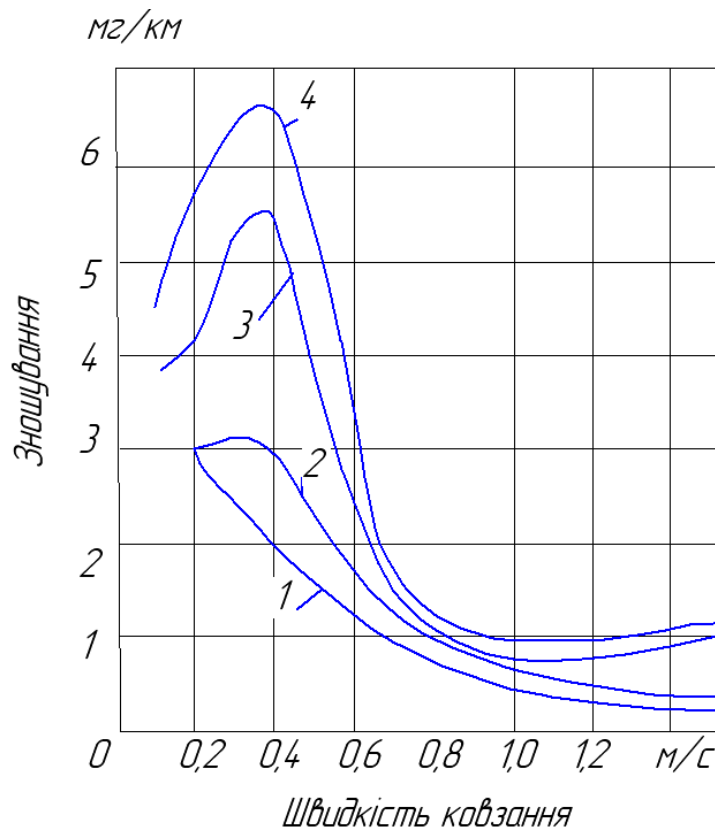


Рис. 2.25. Залежність сумарного зношування зразків зі сталі У8А від швидкості ковзання при нормальному тиску: 1-20; 2 – 40; 3 – 80; 4 – 100 кгс/см²

На рис. 2.27 представлено залежність радіусу закруглення різальної кромки леза ножа від величини зношування. Граничний стан ріжучого комплекту настає при радіусі закруглення $\rho_{закр.}=46$ мкм. Користуючись залежністю, що зображена на рис. 2.27, можна визначити, що при радіусі закруглення $\rho=46$ мкм величина граничного зношування (при досягненні якого проводиться переточування леза) буде складати I_{max} мм.

З рис. 2.25, користуючись даними рис. 2.26, можна визначити наступне. Для решітки граничні значення зношування різальної кромки ножа (на ділянці леза, яка знаходиться найближче до осі обертання ножа

2.8 Визначення зносостійкості різального інструменту

I_{max} та на ділянці леза, яка знаходиться на максимальній відстані від осі обертання I_{min}) матимуть значення I_{max} (МГ/КМ) та I_{min} (МГ/КМ).

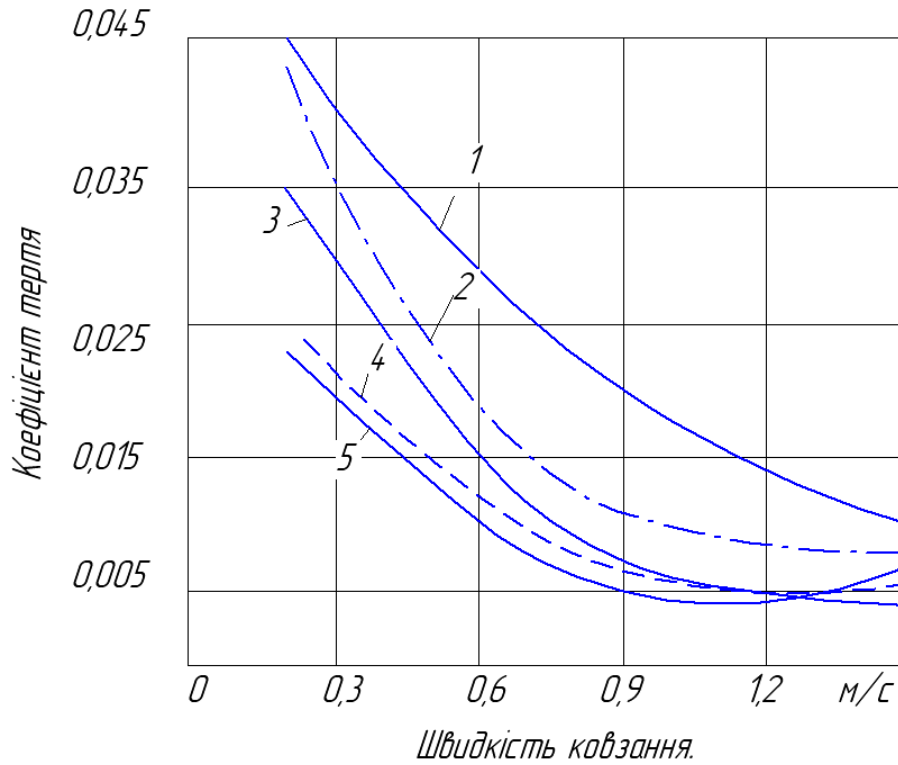


Рис. 2.26. Залежність коефіцієнта тертя зразків зі сталі У8А від швидкості ковзання при нормальному тиску: 1 – 20; 2 – 40; 3 – 80; 4 – 100 кгс/см²

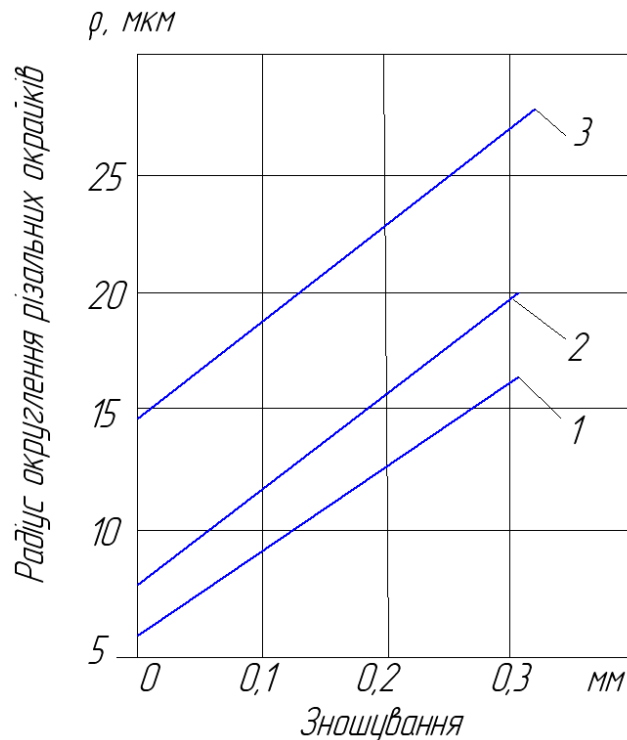


Рис. 2.27. Залежність радіуса закруглення різальної кромки від величини зношування

Коефіцієнт рівномірності зношування по довжині леза $K_{p.зн.}$ визначається так:

$$K_{p.зн.} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{4,5}{1,5} = 3. \quad (69)$$

На рис. 2.28 відображено нерівномірність зносу різальної кромки по довжині леза ножа решітки, що розраховуються. Чим ближче значення $K_{p.зн.}$ до 1, тим раціональнішою є розроблена конструкція.

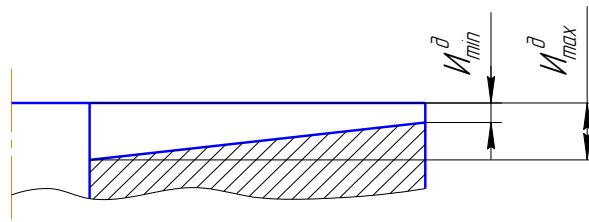


Рис. 2.28. Схема нерівномірності зношування по довжині леза ножа

2.9 Розрахунок параметрів робочого шнека

Оскільки кути підйому гвинтових ліній правильної гвинтової поверхні шнека змінюються, збільшуючись від периферії до центру шнека, то осьове переміщення частинок матеріалу, розташованих в радіальному напрямі, буде неоднаковим.

Для практичних розрахунків [51] досить приймати середнє арифметичне значення кутів підйому гвинтових ліній (рис. 2.29) на периферії α_D і валу α_d шнека, тобто

$$\alpha_{cp} = 0,5 (\alpha_D + \alpha_d). \quad (70)$$

Тут

$$\alpha_D = \arctg \frac{t_u}{\pi D_u}; \quad (71)$$

$$\alpha_d = \arctg \frac{t_u}{\pi d_u}, \quad (72)$$

де t_u — крок витків шнека, м;
 D_u і d_u - діаметри шнека і валу шнека, м.

Зниження переміщення частинок продукту в осьовому напрямі можна врахувати коефіцієнтом відставання

$$k_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{cp} - 0,5f_{mp} \cdot \sin 2\alpha_{cp}), \quad (73)$$

де $f_{mp} = \operatorname{tg} \varphi_{mp}$ — коефіцієнт тертя (φ_{mp} — кут тертя), ($f_{mp} = 0,15 \div 0,33$).

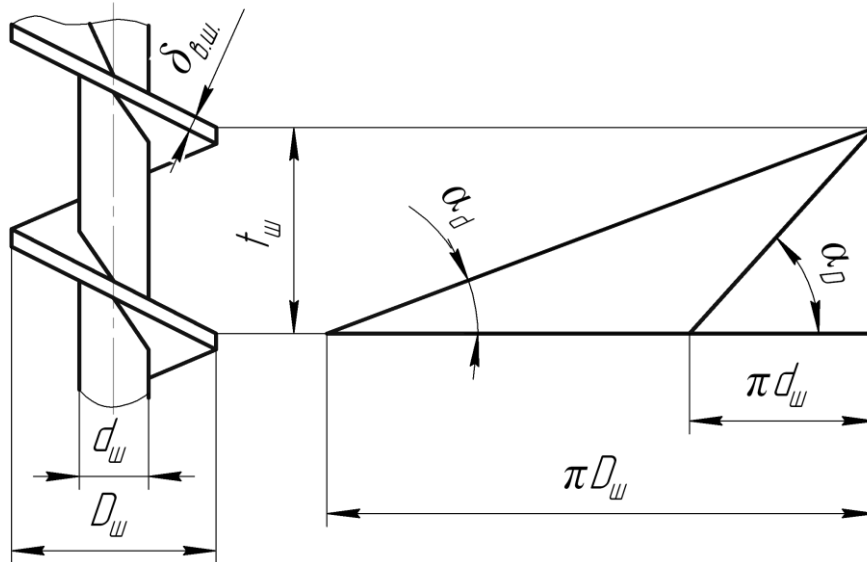


Рис. 2.29 – Схема визначення кутів підйому шнеків

Діаметр валу шнека повинен бути більше граничного, визначуваного з умови:

$$d_{np} \geq \frac{t_w}{\pi} \operatorname{tg} \varphi_{mp}. \quad (74)$$

Продуктивність шнекового пристрою визначається утворенням корисно заповненого однокрокового міжвиткового об'єму в межах плоского кута в один радіан на кутову швидкість обертання шнека:

$$\Pi = 0,127(D_w^2 - d_w^2) (t_w - \delta_{в.ш.}) (1 - k_0) \rho_c \cdot K_{зан.ш.} \omega_{ш.},$$

де $\delta_{в.ш.}$ — товщина витка шнека в осьовому напрямі по зовнішньому діаметру, м;

$K_{зан.ш.}$ — коефіцієнт заповнення міжвиткового простору;

$\omega_{ш.}$ — кутова швидкість обертання шнека, рад/с.

Найчастіше (при обробці парної або охолодженої кускової м'ясної сировини) товщина витка $\delta_{в.ш.}$ приймає такі значення, при яких виконується співвідношення $\frac{D_w}{\delta_{в.ш.}} = 14 \div 17$. Але при обробці мороженої сировини може використовуватись шнек із потовщеними витками, для

якого $\frac{D_{ш}}{\delta_{в.ш.}} = 9 \div 12$. При обробці ж сировини глибокого заморожування та для повторного подрібнення фаршів (для подачі текучої сировини) можуть використовуватись шнеки, для яких $\frac{D_{ш}}{\delta_{в.ш.}} = 5,5 \div 6$.

Для отримання максимальної продуктивності шнекового пристрою необхідно приймати невеликі значення кутів підйому гвинтових ліній шнека приблизно не менше 10° . Інакше може відбутися відрив матеріалу від внутрішньої поверхні корпусу пристрою.

Площі внутрішньої циліндрової поверхні корпусу шнекового пристрою і однієї сторони поверхні шнекового витка на довжині одного кроку шнека можна визначити по виразах:

$$F_{в.н.к.} = \pi D_{ш} (t_{ш} - \delta_{в.ш.}); \quad (75)$$

$$F_{в.ш.} = \frac{1}{4\pi} \left(\pi D_{ш} \cdot L_{зв.л.} - \pi d_{ш} \cdot l_{зв.л.} + t_{ш}^2 \ln \frac{D_{ш} + 2L_{зв.л.}}{d_{ш} + 2l_{зв.л.}} \right), \quad (76)$$

де $l_{зв.л.}$ і $L_{зв.л.}$ — розгортки гвинтових ліній, відповідно по діаметру валу та по діаметру витків шнека, м.

Крутний момент на валу шнека і осьове зусилля можна визначити по методиці К. П. Гуськова з виразів:

$$M_{кр} = 0,131n_t \cdot p_{\max} (D_{ш}^3 - d_{ш}^3) \operatorname{tg} \alpha_{ср}; \quad (77)$$

$$P_{вісь} = 0,393n_t (D_{ш}^2 - d_{ш}^2) p_{\max}, \quad (78)$$

де n_t — кількість робочих кроків шнека.

Знаючи момент на валу шнека, що крутить, і осьове зусилля, знаходять відповідні їм нормальне і дотичне напруження:

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{вісь}}{S_{в.ш.}}; \quad (79)$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{р.ш.}} \quad (80)$$

де $S_{в.ш.}$ — площа поперечного перетину валу шнека, м^2 ;

$W_{p.ш.}$ — полярний момент опору поперечного перетину валу шнека, м³.

Еквівалентне напруження по теорії найбільшої дотичного напруження визначають по формулі:

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2}. \quad (81)$$

Останній виток шнека, що виходить в пресову камеру, знаходиться під дією максимального тиску. Цей виток слід розрахувати на міцність. З невеликим допущенням один виток можна уподібнити кільцевій пластинці, затисненій по внутрішньому контуру в тілі валу шнека. В цьому випадку найбільший момент, що вигинає, на внутрішньому контурі такої пластинки, виконаної із сталі, буде

$$M_{з.ш.} = \frac{P_{\max} \cdot D_{ш.}}{32} \frac{1,9 - 0,7\alpha^{-4} - 1,2\alpha^{-2} - 5,2 \ln \alpha}{1,3 + 0,7\alpha^{-2}}, \quad (82)$$

а найбільше напруження (воно ж і еквівалентне)

$$\sigma_{з.ш.} = \pm \frac{6M_{з.ш.}}{\delta_{ш.}^2}, \quad (83)$$

де $\alpha = \frac{D_{ш.}}{d_{ш.}}$ - відношення діаметрів, величина якого практично лежить в межах від 1,8 до 3.

Шнеки можуть виготовлятися литими, точеними, зварними і паяними. У індивідуальному виробництві найчастіше шнеки виготовляються зварними, причому гвинтова поверхня (перо) шнека складається з окремих елементів — вирізаних і вигнутих розімкнених кілець.

Для виготовлення шнека діаметром $D_{ш.}$ із заданим діаметром валу $d_{ш.}$ і кроком $t_{ш.}$ необхідно виготовити кільця із зовнішнім діаметром D_n внутрішнім діаметром d_n і розімкненими на кут вирізу α_n (рис. 2.30).

Спочатку визначають ширину $b_{зв.ш.}$ гвинтової поверхні і довжини гвинтових ліній $l_{зв.л.}$ і $L_{зв.л.}$ в межах одного кроку шнека:

$$b_{зв.ш.} = 0,5 (D_{ш.} - d_{ш.}); \quad (84)$$

$$l_{зв.л.} = \sqrt{t_{ш.}^2 + (\pi d_{ш.})^2}; \quad (85)$$

$$L_{зв.л.} = \sqrt{t_{ш}^2 + (\pi D_{ш})^2} \quad (86)$$

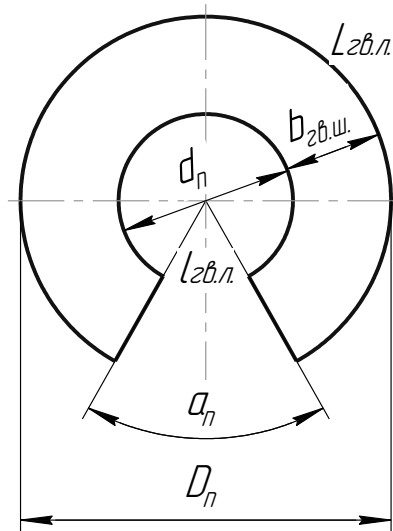


Рис. 2.30. Схема кільця-заготовки витка шнека

Потім визначають кут вирізу:

$$\alpha_n = 2\pi \cdot \frac{L_{зв.л.} - l_{зв.л.}}{b_{зв.ш.}} \quad (87)$$

І, нарешті, діаметри кільця:

$$D_n = \frac{2L_{зв.л.}}{2\pi - \alpha_n}; \quad (88)$$

$$d_n = \frac{2l_{зв.л.}}{2\pi - \alpha_n}. \quad (89)$$

Кільця можна виготовляти також з кутом вирізу $\alpha_n = 0$. Таких кільць-заготовок для виконання шнека заданої довжини треба менше, ніж кільце з кутом $\alpha_n > 0$, оскільки одне таке кільце утворює гвинтову поверхню на довжині шнека, яка, як видно з цього виразу, дещо більше кроку шнека:

$$t'_{ш} = t_{ш} \left(1 + \frac{\alpha_n}{2\pi - \alpha_n} \right). \quad (90)$$

Як вказувалось у п.1.1 та п.1.3.2, однорідність подрібнення сировини у вовчку залежить від конструкції ножа та параметрів проміжної решітки. Але також однорідність подрібнення залежить і від однорідності подачі

сировини шнеком по радіусу решітки. Розрахунок однорідності подачі сировини виконується так. При визначенні продуктивностей по найближчому ряду отворів решітки до осі шнека та по найближчому ряду отворів решітки до периферії шнека незмінні параметри виразимо через C : $\Pi_1 = C(1 - k_{o1}) = C \cdot 0,643$, $\Pi_2 = C(1 - k_{o2}) = C \cdot 0,935$.

Коефіцієнт однорідності подачі, який показує у скільки разів відрізняються граничні значення продуктивностей, визначається так:

$$K_{\Pi} = \frac{\Pi_2}{\Pi_1} = \frac{0,935}{0,643} = 1,45. \quad (91)$$

Чим ближче значення коефіцієнта однорідності подачі до 1, тим раціональнішою є розроблена конструкція.

2.10 Розрахунок потужності приводу вовчка

Технологічна потужність, що витрачається в цьому процесі подрібнення, містить такі складові [42]:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 \quad (92)$$

де N_1 - потужність, що витрачається на розрізання продукту, кВт;

N_2 - потужність, необхідна для здолення сил тертя в деталях різального механізму, кВт;

N_3 - потужність, що витрачається на роботу живильника, тобто шнекового механізму, кВт.

Витрати потужності для розрізання продукту, кВт:

$$N_1 = A_s \cdot z_n \cdot n_n \cdot \sum S_{\rho_i}, \quad (93)$$

де A_s - питома витрата енергії на різання або утворення одиниці площі перерізу. Наближено можна прийняти $A_s = 2,5 \dots 3,5$ кДж/м²;

n_n - частота обертання ножів, с⁻¹;

$\sum S_{\rho_i}$ - сумарна робоча площа ножових решіток.

Робоча площа приймальної решітки визначається по формулі:

$$S_{p.np.p.} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{p.омг.p.}^2 - d_{p.омг.p.}^2) - m \cdot S_{nep}, \text{ м}^2 \quad (94)$$

де $S_{p.np.p.}$ – робоча площа приймальної решітки ;
 m – кількість перемичок поміж отворами приймальної решітки;
 S_{nep} – площа перемички ;

$$S_{nep} = a_{nep} \cdot b_{nep}, \text{ м} \quad (95)$$

де a_{nep} – ширина перемички поміж отворами приймальної решітки, м;
 b_{nep} – довжина перемички поміж отворами приймальної решітки, м.

Витрати потужності на здоляння сил тертя між обертовими ножами та нерухомими решітками, кВт:

$$N_2 = \pi \cdot n_n \cdot P_3 \cdot b \cdot z_l \cdot f_{mp} \cdot z_p \left[R_{p.ov.p.}^2 + r_{p.ov.p.}^2 \right], \quad (96)$$

де z_l – кількість лез на ножі;
 z_p – кількість решіток;
 $P_3 = 2.. 3$ МПа – необхідний тиск затягування різальних інструментів;
 $b_{конт.}$ – ширина "доріжки" контакту ножів з решітками, м;
 f_{mp} – коефіцієнт тертя між ножами та решітками: за умови змащування цих спряжень соком продукту $f_{mp} = 0,1$.

За умови, що тиск у витках шнека зростає лінійно, вираз для нормальної до поверхні шнека сили, яка притискає продукт, набуває вигляду

$$P_n = \frac{\pi \cdot P \cdot (R_{ш}^2 + r_{ш}^2) z_{в.ш.}}{2 \cdot \cos \beta_c}, \quad (97)$$

де $P = 0,3..0,5$ МПа – найбільший тиск продукту в робочій камері, необхідний для ефективного подрібнення, згідно варіанту завдання;
 $z_{в.ш.}$ – кількість витків шнека;
 $R_{ш}$ – радіус витків шнека, м;
 $r_{ш}$ – радіус валу шнека, м;
 β_c – середній кут підйому витків шнека;

$$\text{tg } \beta_c = \frac{t_{ш.сеп.}}{\pi \cdot (R_{ш} + r_{ш})} \quad (98)$$

Окружна сила $P_{окр}$ від радіальної складової сили P_n та сили тертя, викликана при дії останньої, має такий вигляд:

$$P_{окр} = P_n \cdot (\sin \beta_c + f_{тр.ш.} \cdot \cos \beta_c), \quad (99)$$

де $f_{тр.ш.}$ - коефіцієнт тертя продукту по матеріалу шнека ($f_{тр.ш.} = 0,2...0,4$).

Момент окружної сили:

$$M_{окр} = \frac{2}{3} \cdot P_{окр} \cdot \frac{R_{ш}^2 - r_{ш}^2}{R_{ш}^2 - r_{ш}^2}, \quad (100)$$

Витрати потужності для роботи шнекового механізму, кВт:

$$N_3 = \frac{2}{3} \cdot \pi^2 \cdot n_{ш} \cdot P_0 \cdot (R_{ш}^2 - r_{ш}^2) \cdot z_{в.ш.} \cdot (\operatorname{tg} \beta_c + f_{тр.ш.}). \quad (101)$$

де $z_{в.ш.}$ – кількість витків шнека.

2.11 Кінематичний розрахунок приводу вовчка

Після визначення потужності двигуна слід провести кінематичний розрахунок приводу. Він полягає у розрахунку клинопасової передачі та (в залежності від прийнятої згідно варіанту кінематичної схеми вовчка) зубчастої передачі. Кінематичний розрахунок слід проводити згідно відомих методик розрахунку деталей машин [52].

Основні параметри наведено в додатку Е, табл. Е.1.

До даних, що необхідні для проектування клинопасової передачі, відносяться: розрахункову передавану потужність N , умови експлуатації, частоту обертання ведучого шківів, передаточне відношення $i = n_{ш}/n_{дв}$.

Діаметр меншого шківів визначають по емпіричній формулі, мм:

$$d_1 \approx (3...4) \sqrt[3]{T_1}, \quad (102)$$

де T_1 – обертовий момент, Н·мм.

Обертовий момент визначається за виразом, Н·м:

$$T_1 = \frac{30N}{\pi \cdot n_{дв}}, \quad (103)$$

де N – потужність приводу, Вт;

$n_{\partial\partial}$ – частота обертання електродвигуна, хв.⁻¹.

Отриманий результат необхідно округлити до стандартного значення (40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000), але не менше мінімального d_1 , вказаного в табл. Е.2 додатка Е.

Діаметр веденого шківа d_2 , визначається за виразом, мм:

$$d_2 = d_1 \cdot i(1 - \varepsilon) \quad (104)$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа, мм;

ε – відносне проковзування ременя ($\varepsilon=0,01$).

Отримане значення діаметру веденого шківа також слід округлити до стандартного, а потім уточнити передаточне відношення i .

Міжосьову відстань призначають в інтервалі:

$$\begin{aligned} a_{min} &= 0,55(d_1 + d_2) + T_0 \\ a_{max} &= d_1 + d_2 \end{aligned} \quad (105; 106)$$

де T_0 – висота перерізу ременя (Додаток Е, табл. Е.1).

Довжина ременя визначається за формулою:

$$L = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (107)$$

Отримане значення слід округлити до стандартного, що наведене в примітці до таблиці Е.2 додатка Е.

Потім слід уточнити міжосьову відстань шківів:

$$a = 0.25 \left[(L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 - 2y} \right] \quad (108)$$

де L_p — розрахункова довжина ременя; $w = 0,5\pi(d_1 + d_2)$; $y = (d_2 - d_1)^2$.

Кут обхвату меншого шківа, град:

$$\alpha_{10} = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} \quad (109)$$

Для вибору ременя по його перерізу служить номограма (рис. 2.31).

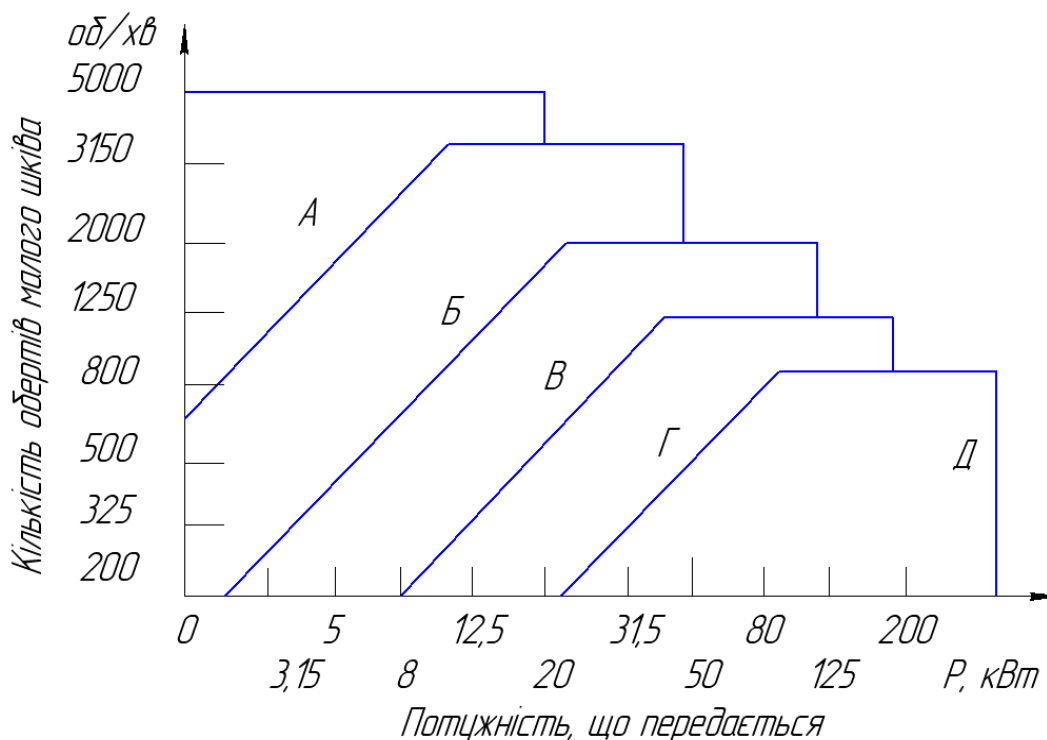


Рис. 2.31. Номограма для вибору перерізу клинового ременя

Число ременів, яке необхідне для передачі заданої потужності N , визначається таким чином:

$$z = \frac{P C_p}{[p]} = \frac{P C_p}{P_0 C_L C_\alpha C_z} \quad (110)$$

де P_0 — потужність, кВт, що допускається для передачі одним ременем (табл. Е.2 додатка Е);

C_L — коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя (табл. Е.3);

C_p — коефіцієнт режиму роботи (табл. Е.4 додатка Е);

C_α - коефіцієнт кута обхвату (при $\alpha=180^\circ$ $C_\alpha=1,0$; при $\alpha=160^\circ$ $C_\alpha=0,95$; при $\alpha=140^\circ$ $C_\alpha=0,89$; при $\alpha=120^\circ$ $C_\alpha=0,82$; при $\alpha=100^\circ$ $C_\alpha=0,83$; при $\alpha=90^\circ$ $C_\alpha=0,68$; при $\alpha=70^\circ$ $C_\alpha=0,56$);

C_z - коефіцієнт, що враховує число ременів в передачі (при $z=2\div3$ $C_z= 0,95$; при $z=4\div6$ $C_z= 0,90$; при z більше 6 $C_z= 0,85$).

Для зручності монтажу і експлуатації передачі кількість ременів рекомендується обмежувати $z \leq 8$; якщо ж за розрахунком виходить $z > 8$, то слід збільшити d_1 і відповідно d_2 або перейти до більшого перерізу ременя.

Попереднє натягнення гілок клинового ременя, H :

$$F_0 = \frac{850PC_p C_l}{zv C_\alpha} + \theta v^2 \quad (111)$$

де v — в м/с ;

θ — коефіцієнт, що враховує відцентрову силу, $(\text{Н} \cdot \text{с}^2) / \text{м}^2$ (при перерізі O $\theta=0,06$; при перерізі A $\theta=0,1$; при перерізі B $\theta=0,18$; при перерізі B $\theta=0,3$; при перерізі Γ $\theta=0,6$; при перерізі Δ $\theta=0,9$); значення інших параметрів, як і у формулі (98).

Сила, що діє на вали, Н:

$$F_B = 2F_0 z \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (112)$$

Робочий ресурс ременів, годин:

$$H_0 = N_{0ц} \frac{L_p}{60\pi d_1 n_1} \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{max}} \right)^8 C_i C_H \quad (113)$$

де $N_{0ц}$ — базове число циклів (для перерізів O і A $N_{0ц} \geq 4,6 \cdot 10^6$; для перерізів B , B і Γ $N_{0ц} \geq 4,7 \cdot 10^6$; для перерізів Δ і E $N_{0ц} \geq 2,5 \cdot 10^6$);

L_p — розрахункова довжина ременя, м;

d_1 — діаметр меншого шківа, м;

n_1 — частота обертання, хв.^{-1} ;

σ_{-1} — межа витривалості (для клинових ременів $\sigma_{-1} = 7$ МПа);

σ_{max} — максимальна напруга в перерізі ременя, МПа;

$C_i = 1,5\sqrt[3]{i} - 0,5$ - коефіцієнт, що враховує вплив передаточного відношення i ;

C_H — коефіцієнт, що враховує режим роботи передачі ($C_H=1$ при постійному навантаженні; $C_H=2$ при періодичній зміні навантаження від нуля до максимального значення).

Робочий ресурс ременів має бути не менше 5000 годин при легкому режимі роботи, 2000 годин — при середньому і 1000 годин — при важкому режимі роботи.

Діаметр отвору шківа визначають згідно діаметру валу електродвигуна, який обрано за розрахованою потужністю та визначеною частотою обертання (таблиці Е.5, Е.6 Додатку Е).

Шорсткість робочих поверхонь обода $Ra \leq 2,5$ мкм. Товщина обода біля краю $s = 0,005d + 3$ мм; товщина виступу на внутрішній стороні обода для плавного сполучення його із спицями (висота рифта) $e = s + 0,02B$.

Шківи діаметром до 300 мм виконують зазвичай без спиць — з диском товщиною $s_1 \approx (0,8 \dots 1,0)s$. Шківи діаметром до 500 мм виконують (рис. 2.32) з

числом спиць $z=4$; при $d>500$ мм $z=6$. Спиці еліптичного перетину розраховують на вигин; приймають умовно, що сила F_t сприймається $z/3$ спицями. Розрахунковий перетин спиць розташовують умовно в діаметральній площині, що проходить через центр шківа перпендикулярно вісі спиці; співвідношення осей еліпса $a/h = 0,4$.

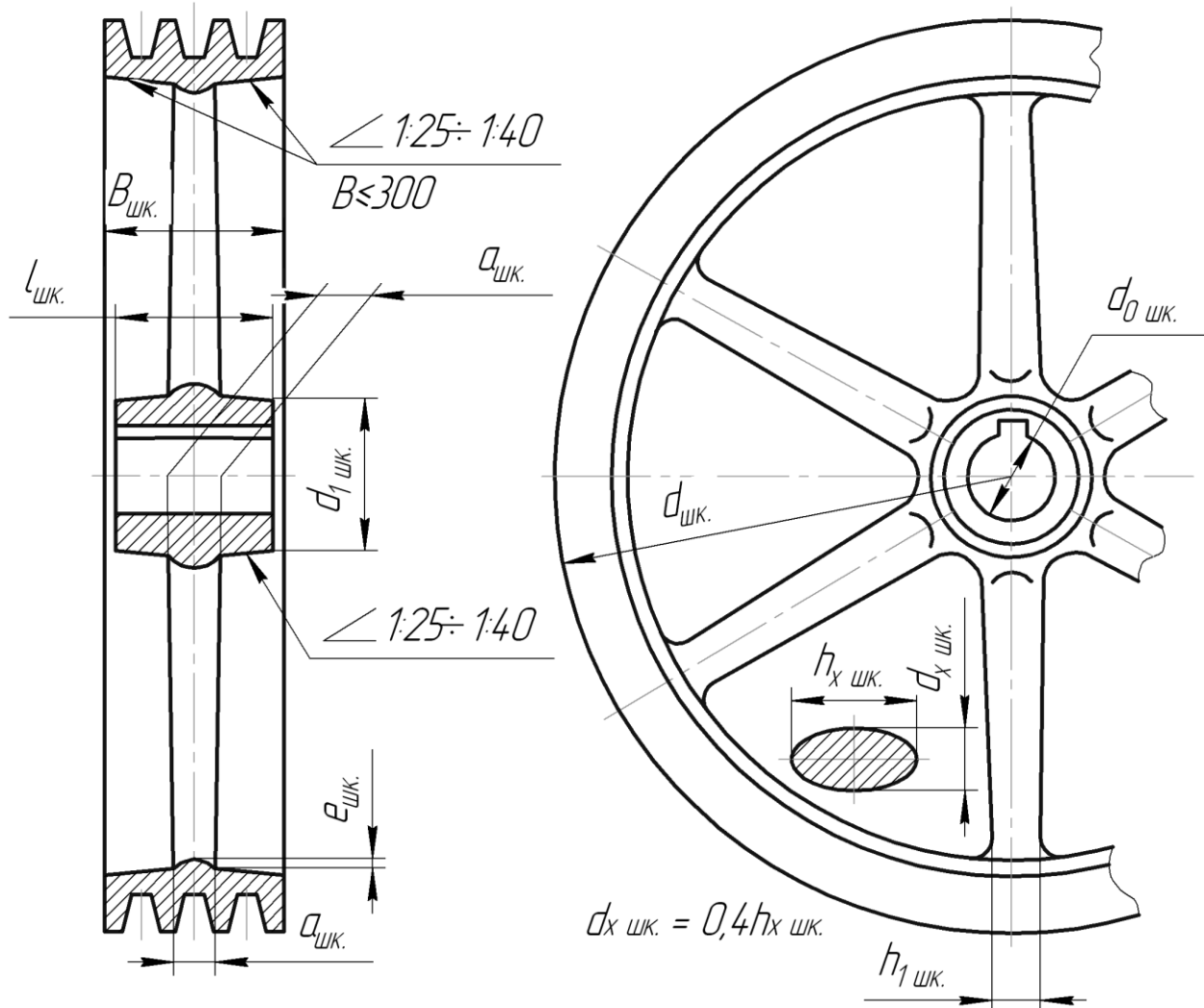


Рис. 2.32. Схема визначення геометричних параметрів шківів.

Момент опору однієї спиці в умовному перерізі:

$$W = \frac{\pi \cdot a \cdot h^2}{32} = \frac{\pi}{32} 0,4h^3.$$

Умова міцності:

$$\sigma_{32} = \frac{3M_{32}}{z \cdot W} = \frac{3F_t \cdot d}{2z \cdot W} \leq [\sigma_{32}],$$

$$h \geq \sqrt[3]{\frac{38F_t \cdot d}{z \cdot [\sigma_{3z}]}} \quad (115)$$

Розміри вісей еліпса в перетині спиці поблизу обода:

$$a_1 = 0,8a; \quad h_1 = 0,8h.$$

Довжина ступиці шківів $l=(1,5...2)d_0$ (але рекомендується не більше ширини обода); зовнішній діаметр ступиці $d_1=(1,8...2)d_0$, де d_0 — діаметр отвору. Межу міцності для чавуну можна прийняти $[\sigma_H] = 30$ МПа.

Шківні клинопасових передач виконують з чавуну СЧ 15 і СЧ 18, а при швидкості 30 м/с — із сталі 25Л або алюмінієвих сплавів. Розрахункові діаметри шківів призначають із стандартного ряду, приведенного на с. 156. Конфігурація обода шківів і розміри канавок дані в таблиці Е.7 Додатку Е.

2.12 Опис конструкції спроектованої машини

В цьому розділі слід навести опис конструкції та роботи спроектованої машин та її вузлів (згідно варіанту). В пояснювальній записці повинні бути наведені схеми машини із обов'язковим позначення основних її частин. Слід також вказати основні паспортні характеристики спроектованої машини. Приклад оформлення даного розділу може виглядати наступним чином.

Вовчок марки К7-ФВП-160-01 призначений для подрібнення безкісткового м'яса і м'ясопродуктів при виробництві фаршей для ковбасних і інших м'ясних виробів, охолоджених в природних умовах до температури навколишнього середовища від плюс 10 до плюс 12°C або спеціальною дією низьких температур при певних режимах від плюс 2 до плюс 3°C в товщі. Вовчок виготовляється в кліматичному виконанні УХЛ категорії 4 по ГОСТ 15150-69.

Вовчок складається з наступних чотирьох частин (рис. 2.33). Живлячої частини, куди входять завантажувальна чаша 1; корпус шнеків 7, приймальний 6 і робітник 4, горизонтально розташовані в корпусі шнеків. Ріжучої частини, куди входять ножі і набір решіток 5 циліндр з внутрішнім спіральними ребрами 8 і гайка 10, що служить для регулювання зазору між ножами і решітками в ріжучому механізмі. Приводної частини, куди входять електродвигун 3, пост управління 12, редуктор спеціальний циліндровий 2 і клиноремная передача 11. Станини 9, на якій вмонтовуються всі складальні одиниці, деталі, електродвигун, пускова електроапаратура і коробка електроустаткування, в

якій розташовується захисно-пускова апаратура. Вовчок відрізняється простотою конструктивного виконання, зручний в обслуговуванні і при проведенні ремонтів. Механізми вовчка добре доступні для санітарної обробки завдяки простоті розбирання робочих органів.

Принцип роботи вовчка. М'ясо в шматках масою до 1,0 кг подається в завантажувальний бункер 1, звідки самоплив поступає в корпус шнеків, де захоплюється приймальням 6 і робітником 4 шнеками і транспортується в зону ріжучого механізму. В ріжучому механізмі сировина подрібнюється до заданого ступеня подрібнення, який забезпечується шляхом установки необхідного набору ножів і решіток.

Основні технічні дані вовчка

Продуктивність, кг/год.....	3000
Місткість завантажувальної чаші, м ³	0,07
Номинальний діаметр решіток, мм.....	160
Тривалість безперервної роботи ріжучого інструменту, годин.....	24
Висота, мм	
- завантаження сировини.....	1250 ± 50
- вивантаження подрібненого продукту.....	850 ± 50
Встановлена потужність електродвигуна, кВт.....	15
Габаритні розміри, мм:.....	1400×650×1300
Маса, кг.....	60

Підготовка вовчка до роботи

Підготовку вовчка до роботи необхідно проводити в наступній послідовності: відкрити щитки, відвернути зливну пробку редуктора і злити залишки старого масла. Залити масло в редуктор згідно схеми мастила. Провести санітарну обробку вовчка в наступній послідовності:

Відключити електроживлення і повісити табличку «Не включати! Працюють люди». Зняти гайку. Витягнути підпору, ріжучий механізм 5 і робочий шнек 4 за допомогою спеціального гачка, що поставляється разом з вовчком.

Всі поверхні, що мають контакт з сировиною, що переробляється, помити (використовуючи миючі засоби), потім обполоснути гарячою водою і протерти насухо. Ріжучий механізм 5, палець робочого шнека і втулку підпори змазати несолоним харчовим жиром відповідно до інструкції по санітарній обробці технологічного устаткування, діючій на підприємстві-споживачі і згідно схеми мастила.

Пробним пуском перевірити правильність обертання шнеків. Зібрати вовчок в зворотному порядку. При цьому гайку 10 сильно затягувати не слід.

Перевірити зовнішнім оглядом справність вовчка і переконатися у відсутності сторонніх предметів в завантажувальній чаші. Перевірити натягнення приводних ременів. Натягнення кожного ремня клиноременною передачею в середній між шківками (при визначенні

динамометром) повинне відповідати для ременя типу В (Б) – 3.0 ± 0.2 кГс, при цьому стріла прогинання в точці додатку сил для ременів В (Б) від 9,5 до 10,0 мм.

Встановити на вовчок робочий шнек. Встановити ріжучий механізм на пальці робочого шнека і циліндрі вовчка. Затягнути притискну гайку 10, а потім ослабити затягування, повернувши гайку на півоберта у зворотний бік. Остаточне регулювання ступеня затягування ріжучого механізму провести в первинний момент роботи вовчка на сировині.

Порядок роботи.

Перед початком робочої зміни необхідно провести зовнішній огляд вовчка і перевірити візуально наявність заземлення вовчка і ящика електрокерування. Увімкнути вимикач і повернути ключ в положення „Увімкнено” на посту управління. Про наявність напруги сигналізує лампа «Мережа».

На початку роботи не рекомендується повністю наповнювати завантажувальну чашу вовчка м'ясом. Слід завантажити невелику кількість м'яса ($8 \div 12$ кг), увімкнути електродвигун, витримати пусковий момент, поки шнек набере номінальну швидкість обертання і ріжучий механізм заповниться продуктом, а потім завантажити бункер повністю.

Після завантаження чаші сировиною слід відрегулювати силу затягування притискної гайки ріжучого механізму. Значне затягування притискної гайки 10 приводить до збільшення сили тертя між ножами і решітками, що викликає додаткове навантаження на двигун, перегрів ріжучого механізму і готового продукту, а також може привести до заклинювання ножів. При надмірно великих зазорах між ножами і решітками погіршуються умови різання м'яса.

Під час роботи решітками ріжучий механізм змащується сировиною. Тому треба уникати зайвих холостих обертів, коли в ріжучому механізмі немає сировини, оскільки робота на «сухих» ножах і решітках приводить їх до передчасного зносу. В кінці роботи вовчок зупиняють тільки після повного вироблення сировини з бункера і циліндра. В таблиці 2.2 наведено основні види можливих несправностей вовчка та методи їх усунення.

Конструкція вузла жилування.

При подрібненні м'яса на вовчках в залежності від сорту м'яса і ступеня подрібнення його в подрібненій масі продукту може знаходитись певна кількість часток з'єднувальної тканини, хрящів досить великих розмірів, (до 3...7 мм). Деякі з цих часток не піддаються подрібненню на вихідній решітці, не можуть пройти крізь отвори в ній і накопичуються перед нею. Це спричинює спрацювання ножів і решіток, зменшення живого перерізу різального комплексу і тим самим падіння продуктивності вовчка.

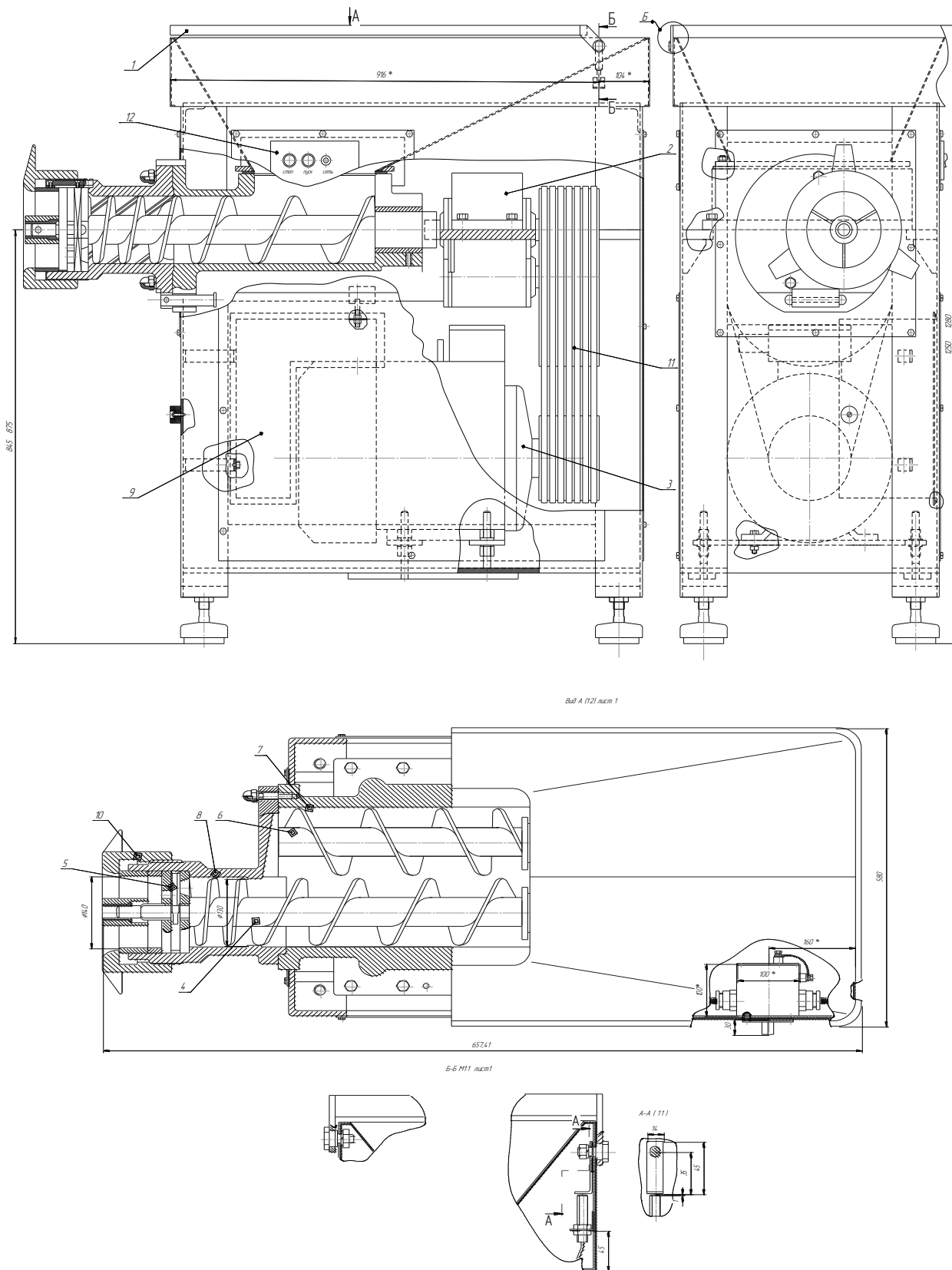


Рис. 2.33. Вовчок К7 – ФВП – 160

1 – завантажувальний бункер; 2 – редуктор; 3 – електродвигун; 4 – робочий шнек; 5 – набір решіток і ножів; 6 – приймальний шнек; 7 – корпус шнеків; 8 – циліндр; 9 – станина; 10 – гайка; 11 – клинопасова передача; 12 – пульт управління

Таблиця 2.2. - **Можливі несправності вовчка та методи їх усунення**

Вид несправності	Вірогідна причина	Метод усунення
Вовчок не вмикається	Відсутність напруги. Перегорів запобіжник ланцюга управління	Перевірити напругу. Замінити запобіжник
Сторонній шум в редукторі, нагрів підшипників	Відсутність мастила в редукторі. Відсутність мастила, малий осьовий зазор в підшипниках.	Перевірити наявність мастила в редукторі. Перевірити наявність мастила, встановити додаткові прокладки під кришки підшипників
Неякісне подрібнення сировини	Затупився ріжучий комплект. Великий зазор між ножами і решітками. Ріжучі кромки ножа заточені не в одній площині. Викришені ріжучі кромки ножа скалками кісток. Забились отвори решіток.	Заточити ножі і ножові решітки. Відрегулювати ріжучий механізм за допомогою гайки. Правильно заточити ножі. Замінити ніж. Прочистити або промити отвори ножових решіток.
Підвищений нагрів фаршу	Завелика сила затягування ріжучого комплекту	Відрегулювати ріжучий комплект. Заточити ріжучий інструмент.
Зменшення продуктивності вовчка	Прослизання ременів на шківі електродвигуна. Затупився ріжучий комплект. Знизилася напруга в мережі електроживлення Витки шнека та ребра циліндра мають значне зношування.	Відрегулювати натягнення ременів. Заточити ріжучий інструмент. Перевірити напругу. Замінити циліндр і шнек

Для відновлення нормальної роботи вовчка доводиться припинити його роботу, звільнити від часток з'єднувальної тканини, що потребує значних витрат часу.

Тому подрібнювальний механізм вовчків доповнюють спеціальними сепарувальними пристроями (рис. 2.34) для видалення під час роботи вовчка поза межі подрібнювального механізму окремо від фаршу твердих

часток з'єднувальної тканини, які не можуть пройти крізь отвори вихідної решітки і накопичуються в міжлезовому об'ємі перед останньою.

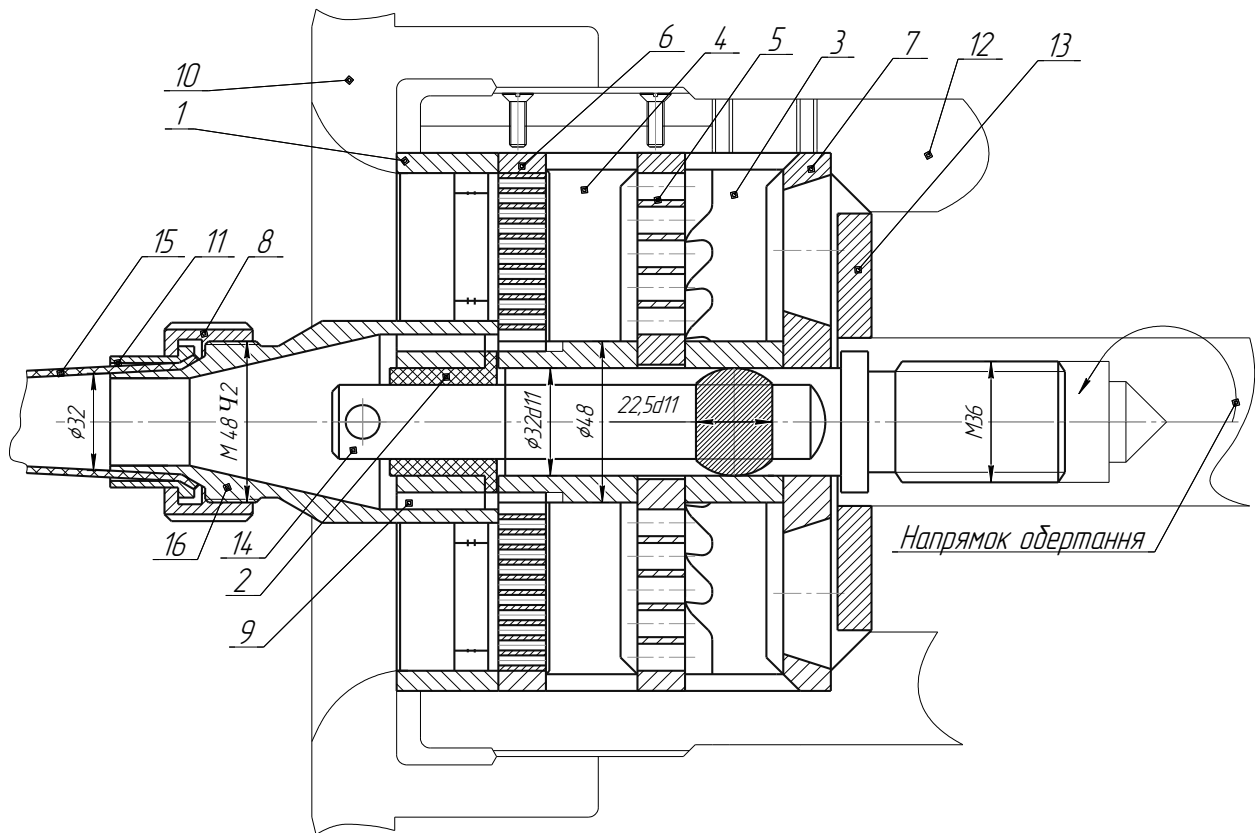


Рис. 2.34. Вузол живування м'ясорізного вовчка:

1 – підпора; 2 – втулка; 3 – ніж для сепарації; 4 – ніж для сепарації; 5 – решітка з отворами ϕ 8мм; 6 – решітка для виведення жилок з отворами ϕ 3мм; 7 – приймальна решітка; 8 – гайка; 9 – вставка; 10 – гайка притискна; 11 –ніпель; 12 – корпус шнека; 13 – шнек робочий; 14 – палець; 15 – рукав; 16 – штуцер

Даний вузол складається з підпори 1, втулки 2, ножів для сепарації 3 і 4, решітки з діаметром отворів 8мм – 5, з вихідної решітки з діаметром отворів 3мм - 6, приймальної решітки 7, гайки 8, вставки 9, притискної гайки 10, ніпеля 11, корпуса шнеків 12, шнека робочого 13, пальця 14, рукава 15, штуцера 16.

Вузол працює таким чином. Неподрібнені частки з'єднувальної тканини, які не можуть пройти крізь отвори вихідної решітки 6 накопичуються в міжлезовому просторі ножа 4. При обертанні ножа 4 за допомогою гвинтоподібної маточини ножа під тиском фаршу неподрібнені частки (хрящі, жилки) рухаються по спеціальним каналам вихідної решітки 6 до центру і витісняються до штуцера 16, який прикріплений до підпори 1. Через штуцер 16 неподрібнені частки потрапляють в гумовий або пластиковий рукав 15 де виводяться з нього в спеціальний візок.

3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУВАННЯ

При виконанні курсового проекту студент застосовує знання, які були отримані під час вивчення попередніх навчальних дисциплін, таких як: „Інженерна та комп'ютерна графіка”, „Теоретична механіка”, „Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання”, „Опір матеріалів”, „Матеріалознавство”, „Деталі машин”, „Технологія машинобудування”, „Загальна технологія галузі”, „Процеси і апарати харчових виробництв”. Також використовуються знання, які студент отримує під час вивчення дисципліни „Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва”.

Мета виконання курсового проекту:

- 1) набуття студентами навичок проектування технологічного обладнання м'ясопереробних підприємств;
- 2) закріплення знань, що були отримані при вивченні лекційного курсу дисципліни „Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва”;
- 3) розширення знань з дисципліни „Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва”.

Під час виконання курсового проекту студент повинен продемонструвати вміння:

- 1) виконувати проектувальні та перевірочні розрахунки обладнання м'ясопереробних підприємств та його конструктивних елементів;
- 2) розробляти основні види конструкторської документації на конструкцію обладнання, його складових вузлів та деталей;
- 3) обирати найбільш ефективні конструктивні рішення;
- 4) володіти раціональними методами пошуку і використання науково-технічної інформації, обробляти та аналізувати отримані результати;
- 5) використовувати системи автоматизованого проектування та пакети сучасних прикладних програм;
- 6) самостійно приймати рішення та розробляти технічну документацію

3.1 Розрахунково-пояснювальна записка

Курсовий проект складається із текстової частини (розрахунково-пояснювальної записки) та графічної частини і виконується згідно варіанту завдання, які наведено у додатку А.

Технічне завдання на проектування необхідно оформити на аркуші формату А4, на якому зобразити кінематичну схему технічного об'єкту, що проектується, та вписати вихідні дані свого варіанту. Після цього студент може приступати до виконання курсового проекту.

Починаючи роботу на курсовим проектом студент зобов'язаний вивчити теоретичну та довідкову літературу, що рекомендується в курсі „Обладнання для зберігання та переробки продукції тваринництва”.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна мати обсяг до 40 сторінок рукописного або машинного тексту. Вона виконується на стандартному папері формату А4 з однієї сторони аркушу. Розрахунково-пояснювальна записка має містити такі пункти:

- Призначення вовчка та принцип роботи;
- Визначення орієнтовного значення продуктивності машини;
- Визначення типу лез ножа;
- Розробка конструкції ножа;
- Визначення продуктивності машини із врахуванням усіх необхідних параметрів;
- Визначення ступеню подрібнення сировини;
- Розробка конструкції вихідної решітки;
- Визначення товщини проміжної решітки;
- Розробка конструкції приймальної решітки;
- Визначення величини зношування лез та його однорідності;
- Розробка конструкції робочого шнека;
- Розрахунок необхідної потужності головного приводу;
- Кінематичний розрахунок приводу;
- Опис конструкції спроектованої машини.

При виконанні вказаних розрахунків необхідно пам'ятати, що усі деталі повинні мати раціональні розміри і мінімальну масу, забезпечувати надійність роботи машини та мати мінімальну вартість виготовлення та експлуатації. Дуже важливо вміти правильно обрати розрахункові коефіцієнти з урахуванням правильної роботи деталі або вузла.

Формули слід записувати спочатку у символічному вигляді, а потім підставляти числові значення в тому порядку, в якому записані символи. Постановка одиниць величин у кінцевому результаті і розшифрування символів обов'язкова. На початку кожного розділу необхідно скласти розрахункову схему деталі або вузла, розрахунок яких проводиться, з постановкою усіх діючих сил і моментів, вказати відстані між точками прикладення сил, перерізи та інші необхідні розміри. Розміри повинні бути проставлені у тих символах, які входять у розрахункові формули. Одиниці величини одного і того ж параметра у межах розрахунку повинна бути постійною.

Перед виконанням кожного розрахунку необхідно вивчити відповідний теоретичний матеріал по літературі, що рекомендується. Після перевірки розрахунків керівником записку зшивають. При цьому

послідовність розміщення розділів розрахунково-пояснювальної записки повинна бути такою:

- Титульний аркуш;
- Зміст;
- Технічне завдання на курсовий проект;
- Вступ;
- Призначення та принци дії машини;
- Розділи розрахунків у вказаній вище послідовності;
- Опис спроектованої конструкції машини;
- Список літератури, що використовувалась в проектуванні.

В кінці записки, в додатках, розміщують специфікації до креслень. Усі вибрані значення параметрів і коефіцієнтів повинні мати посилання на джерело. Стандартизовані величини повинні мати посилання на ГОСТ.

Приклад посилання: [2, с.175, табл.12], де 2 – порядковий номер підручника, навчального посібника або довідника у списку літератури, що прикладений до записки; с.175 – номер сторінки даного літературного джерела, на якій наявні отримані дані; табл.12 – номер таблиці, з якої взяті дані.

У зв'язку з тим, що підручники, навчальні посібники та довідники використовують різні системи одиниць, усі обчислення виконувати у міжнародній системі одиниць (СІ).

3.2 Графічна частина

Графічна частина курсового проекту складається з трьох частин, що виконуються на аркушах формату А1.

1 та 2 аркуш – загальний вид вовчка.

3 аркуш – складальне креслення робочого шнека та робочі креслення ножа та решіток.

Креслення загального виду вовчка є документом, що визначає відносне положення складальних одиниць і деталей, габаритні розміри та приєднувальні поверхні деталей вовчка, і призначений для того, щоб дати повне уявлення про вовчок в цілому, його експлуатаційній характеристиці та основних розмірах, взаємному зв'язку окремих складальних одиниць та деталей з приєднувальними поверхнями і їх розмірами.

Креслення загального виду вовчка виконується у масштабі зменшення у двох або трьох проекціях і повинно містити:

- зображення машини у зручному стандартному масштабі із необхідною кількістю проекцій;
- розміри: габаритні (довжина, ширина, висота); приєднувальні (розміри опорних поверхонь, діаметри та координати кріпильних

отворів і т.ін.); монтажні (відстані від опорних поверхонь та ключових деталей і т.ін.); спряжені, а також інші основні розміри. Усі розміри вказують із квалітетами точності та граничними відхиленнями;

- технічні вимоги до складання вовчка;
- технічну характеристику вовчка;
- номери позицій деталей (номери позицій специфікації) на поличках ліній-виносок.

На кресленні загального виду вовчка повинно бути зображення усіх його деталей. Кількість видів, розрізів, перерізів, надписів повинно бути достатнім для виконання робочих креслень деталей. Елементи, що виносяться, можна викреслювати (при необхідності) у масштабі збільшення. Покупні вироби зображують докладно, а не схематично (наприклад, підшипники показують у розрізі).

Складальні креслення загального вигляду входять в комплект технічної документації; безпосередньо у виробничі цехи вони не поступають, а призначаються для розробки по ним креслень деталей, складальних одиниць і специфікацій в конструкторському бюро. По цих кресленнях можна представити не лише взаємозв'язок і способи з'єднання деталей, але і форму всіх елементів деталей і їх модифікацій, складових даних виріб.

Складальне креслення загального вигляду відображує конструкцію виробу у всіх його подробицях. По такому кресленню можна з'ясувати не лише роботу конструкції, взаємодію і способи з'єднання деталей, але і форму тих деталей, окрім стандартних, на яких потрібно буде виконувати окремі креслення або виготовляти їх за даними самого складального креслення. Креслення виконується так, щоб по ньому можна було розробити всі креслення деталей і складальних одиниць без додаткових роз'яснень.

На основі креслення загального вигляду виконують складальне креслення, що входить до складу складальної документації. Креслення містить тільки зображення відповідно до його основного призначення обслуговувати процес складання, тобто дати повні відомості про взаємодію деталей, складальних одиниць і про способи їх з'єднання.

Складальні креслення входять в комплект робочої документації і призначаються безпосередньо для виробництва. По ним ведуть складальні роботи, сполучають деталі в складальні одиниці, вироби і контролюють ці роботи. По складальних кресленнях можна представити взаємозв'язок складових частин і способи з'єднання деталей

Кресленням деталі називається зображення деталі, на якому нанесені необхідні для її виготовлення і контролю розміри, граничні

відхилення, позначення шорсткості поверхонь, данні про матеріал, термічну обробку, оздоблення та інші технічні вимоги до готової деталі.

Деталь на робочому кресленні зазвичай зображують в закінченому вигляді, тобто такою, якою вона повинна поступати на складання. По таких кресленнях розробляється весь технологічний процес виготовлення деталі і складаються технологічні карти, на яких деталі зображують в проміжних стадіях виготовлення. Основна мета читання креслення — з'ясувати відомості, що містяться в ньому, які необхідні для виготовлення деталі.

Креслення деталей виконують на форматах А4÷А2, розміщуючи їх на одному загальному аркуші формату А1. Зразок виконання креслень деталей показано у додатку. Студент виконує креслення 2-3 типових деталей вочка із числа наступних:

- ніж двосторонній; ніж жилувальний; ніж складальний;
- решітка вихідна; решітка вихідна жилувальна; решітка проміжна; решітка проміжна збірна; решітка приймальна;
- вал ножовий.

Деталі на кресленні зображуються у робочому положенні (при обробці), вправо тією стороною, на якій знаходиться більша кількість оброблюваних поверхонь. Вісь деталі, яка є тілом обертання, повинна бути розташована паралельно основному надпису.

Креслення деталі повинно містити усі дані, що визначають її форму, розміри, шорсткість поверхонь, граничні відхилення розмірів та форми, марку матеріалу та вид термічної обробки, твердість поверхонь та інші відомості, що необхідні для виготовлення деталі.

3.3 Специфікація

На кожне складальне креслення виконують специфікацію. Специфікацію заповнюють по розділам в такій послідовності: документація (складальне креслення, пояснювальна записка); складальні одиниці; деталі (нестандартні); стандартні вироби (кріпильні вироби, підшипники та ін.); матеріали (ущільнення, мастила).

Графи специфікацій заповнюються наступним чином:

а) у графі «Формат» вказують А1, А2, А3, А4;
б) у графі «Позиція» вказують порядкові номери деталей (виробів) на кресленні. Для розділу «Документація» номера позицій не проставляють;

в) у графі «Позначення» вказують позначення документів, складальних одиниць, деталей. У розділах «Стандартні вироби» та «Матеріали» дану графу не заповнюють;

г) у графі «Найменування» у розділі «Документація» вказують найменування документа, в розділах «Складальні одиниці» і «Деталі» - найменування виробів та їх позначення згідно ДСТУ, в розділі «Матеріали» - найменування матеріалу та його позначення відповідно до ДСТУ;

д) у графі «Кількість» вказують кількість деталей і матеріалів на один виріб.

3.4 Складання шифру курсового проекту

Як відомо, при розробці конструкторської та технологічної документації на машинобудівних підприємствах використовують спеціальне умовне позначення – шифр. Використання шифру дозволяє у скороченій формі вказати основну інформацію, необхідну для ідентифікації належності окремих частин документації до того чи іншого проекту.

При виконанні курсового проекту пропонується наступна схема позначення конструкторської документації (рис. 3.1). В позначенні кожного окремого конструкторського документа вказується номер групи, в якій навчається студент, варіант його завдання в курсовому проекті та вихідні дані – тип кінематичної схеми вовчка, вид його різального механізму, зовнішній діаметр решіток, спеціальна вимога на проектування різального комплексу.

Також вказується номер конструкторського документу відповідно до номеру складальної одиниці та деталі в загальній нумерації елементів конструкції вовчка.

В кінці позначення документу (для креслень і розрахунково-пояснювальної записки) зазначають відповідний літерний або літерно-цифровий індекс: для креслень загального виду – ЗВ, для складальних креслень – СК, для розрахунково-пояснювальної записки – РПЗ.

Шифр курсового проекту може бути, наприклад, таким:

7201.3Д0825.00.00 КП

де 72 – номер групи, в якій навчається студент (ПВ-72);

01 – номер варіанту за методичними вказівками (№1).

3 – номер кінематичної схеми за варіантом;

Д – тип різального механізму (дисковий);

082 – зовнішній діаметр решітки (82 мм);

5 – номер спеціальної вимоги (зменшений опір решіток);

КП – курсовий проект.

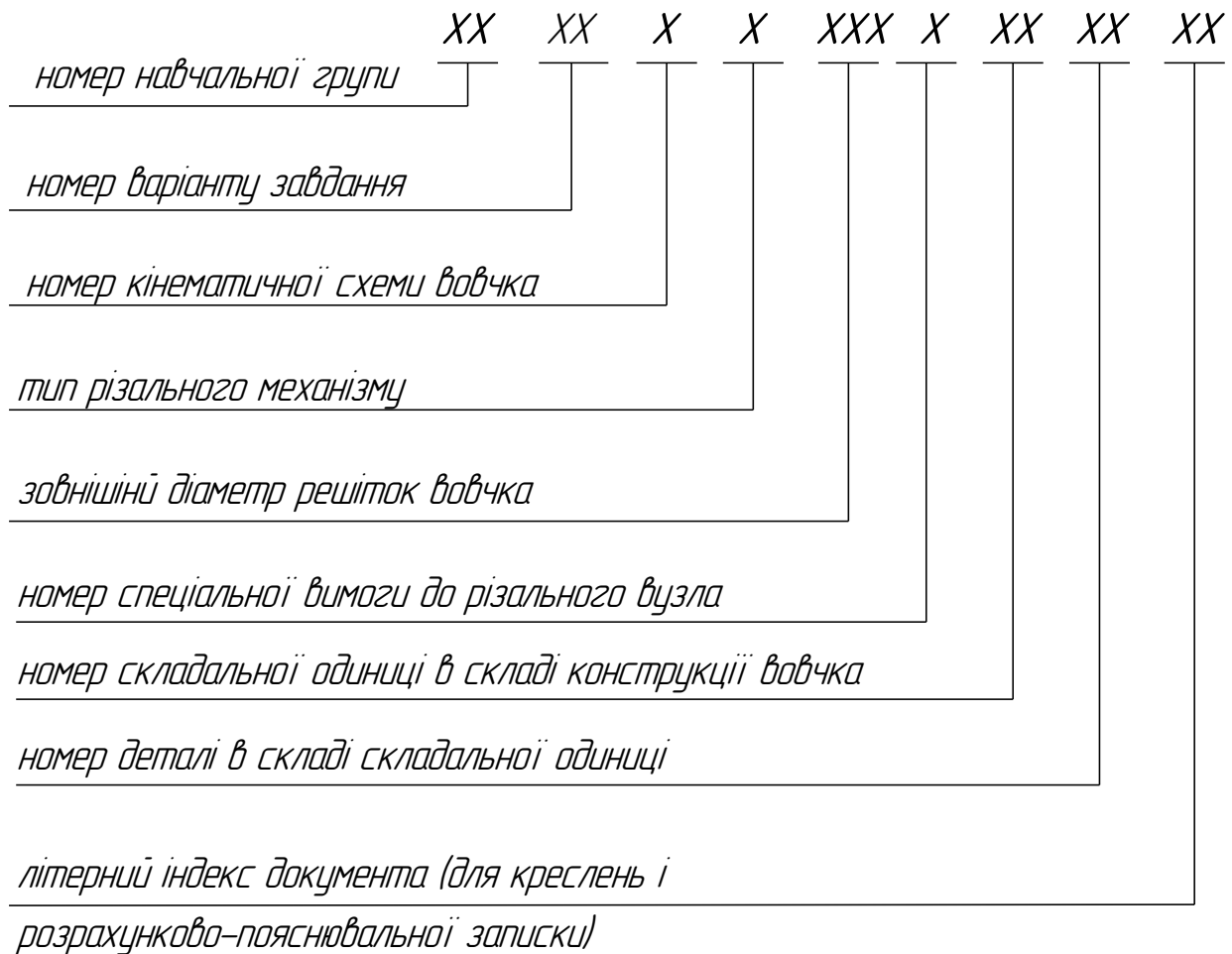


Рис. 3.1. Схема складання шифру документації курсового проекту

Складальна одиниця вовчка (наприклад, робочий шнек), що має на кресленні позицію 4, буде мати позначення „7201.3Д0825.04.00 СК”, а деталь під номером 19 складальної одиниці під номером 4 буде мати шифр „7201.3Д0825.04.19”.

Подібним чином можна скласти шифр до інших тем курсового проекту.

3.5 Методика виконання курсового проекту

Визначення конструктивних та технологічних параметрів вовчка необхідно проводити в такій послідовності:

- за даними додатків А та Б обрати вихідні дані до виконання курсового проекту (дані додатка А визначають геометричні та кінематичні параметри вовчків; дані додатка Б визначають конструктивне виконання вовчка та його робочих органів);
- визначити діаметри $D_{p.отв.p.}$ і $d_{p.отв.p.}$ границь розташування отворів решітки;

- визначити довжину h_l леза ножа (як різницю $R_{p.овв. p.}$ та внутрішнього радіусів границі розташування отворів решітки $r_{p.овв. p.}$);
- обрати тип ножа вовчка (кількість лез та вид їх різальної кромки);
- для обраного типу ножа обрати значення ширини нижньої b_l та ширини верхньої a_l основи леза ножа, величини ексцентриситету e_l та вид кривої різальної кромки леза ножа;
- обрати кількість лез ножа z_l ;
- визначити площу одного леза ножа S_l (за формулами, що запропоновані відповідно до кожного типу лез ножа, що представлені на рисунку 2.1);
- розрахувати значення коефіцієнта продуктивності різального вузла K_1 (за виразом (2));
- розрахувати середнє значення довжини леза ножа ρ ;
- для обраного типу лез ножа визначити рівняння ріжучої $\varphi_1(\rho)$ та задньої $\varphi_2(\rho)$ кромки леза в полярній систем координат відповідно до отриманого значення ρ та розрахувати їх значення;
- розрахувати значення „вільного” кута поміж двома сусідніми лезами ножа $\beta_l(\rho)$;
- розрахувати значення коефіцієнта, що враховує відношення вільної площі решітки поміж лезами ножа до усієї площі решітки, K_β ;
- розрахувати значення коефіцієнта подрібнювальної дії різального вузла K_2 ;
- розрахувати максимальне $\beta_{l.max}$ та мінімальне $\beta_{l.min}$ значення „вільного” кута поміж двома лезами (розраховується відповідно через значення $\varphi_1(\rho)$ і $\varphi_2(\rho)$ при $\rho=r_{max}$ та $\rho=r_{min}$);
- розрахувати значення коефіцієнта однорідності подрібнення сировини K_3 ;
- для обраного типу ножа визначити значення критерію оцінки різального вузла $K_{p.в.}$;
- обрати 1-2 інші типи ножа (близькі за параметрами до попередньо обраного) та розрахувати для них значення критерію оцінки різального вузла $K_{p.в.}$;
- порівняти отримані значення критерію оцінки та вибрати тип ножа, що володіє кращими, відповідно до спеціальної вимоги (згідно варіанту завдання до курсового проектування), технологічними показниками;
- перевірити міцність леза ножа за виразом (33), попередньо обравши значення товщини ножа s_l (з таблиці 2.1) та значення розподіленого навантаження q ;
- розробити креслення ножа;

- розрахувати за виразом (39) площу фронтальної проекції ножа (значення площі фронтальної проекції одного леза S_d розраховано при визначенні коефіцієнта продуктивності критерію оцінки конструкції різального вузла);
- розрахувати за виразом (38) значення робочої площі вихідної решітки;
- розрахувати за виразом (37) коефіцієнт використання робочої площі вихідної решітки (кількість отворів вихідної решітки $n_{отв.}$ визначити при виконанні ескізу вихідної решітки);
- розрахувати за виразами (36) та (35) загальну площу „живого” перерізу різального вузла $S_{ж.р.вуз.}$ та площу отвору, крізь який протискується сировина;
- розрахувати за виразом (40) швидкість подачі сировини робочим шнеком вовчка;
- за виразом (34) розрахувати продуктивність вовчка;
- за виразами (45, 44, 43) розрахувати значення часу, на протязі якого відбувається витиснення частинки сировини з отвору решітки;
- розрахувати за виразом (41) значення довжини частинки сировини;
- розрахувати за виразом (47) значення об’єму частинки сировини;
- за виразом (48) визначити теоретичний ступінь подрібнення сировини у вовчку;
- розрахувати уточнене значення коефіцієнта приведення жорсткості у решітки (при максимальному допустимому прогині решітки $\omega_{р.мах}=0,02$ мм) за виразами (49, 50);
- розрахувати за виразами (51, 52) значення коефіцієнта k ;
- розрахувати за виразом (53) мінімально допустиме значення товщини вихідної решітки $S_{вих.р.}^{min}$ (при $\omega_{мах}=0,02$ мм);
- розрахувати за виразом (54) значення максимального радіального згинального моменту M_r ;
- розрахувати за виразом (55) значення максимального окружного згинального моменту M_t ;
- розрахувати за виразом (56) значення приведеної товщини вихідної решітки $S_{прив.р.}$;
- розрахувати за виразами (57, 58) значення радіальних σ_r і окружних σ_t напружень;
- розрахувати за виразом (59) значення еквівалентного напруження $\sigma_{екв.}$;
- розрахувати за виразом (60) прийняте значення товщини вихідної решітки $S_{вих.р.}$ (при $\omega_{мах}=0,02$ мм);
- у випадку застосування циліндричних отворів у вихідній решітці розрахувати за виразом (61) значення величини бокового тиску q ;

- у випадку застосування циліндричних отворів у вихідній решітці розрахувати за виразом (62) величину опору отворів решітки P ;
- у випадку застосування складаних отворів у вихідній решітці розрахувати за виразом (63) значення величини бокового тиску q ;
- розрахувати за виразом (65) значення лобового опору решітки P_l ;
- розрахувати за виразом (62) значення опору циліндричної ділянки P_u^k ;
- розрахувати за виразом (64) значення опору конічної ділянки отворів решітки P_c^k ;
- розрахувати за виразом (66) значення загального опору при використанні складаних отворів P ;
- розробити креслення вихідної решітки;
- розрахувати значення товщини проміжної решітки, використовуючи умови (67, 68);
- розробити креслення проміжної решітки;
- визначити тип конструкції приймальної решітки, використовуючи данні рис. 2.16÷2.18;
- розробити креслення приймальної решітки вовчка;
- розрахувати середнє значення швидкості $v_{\text{терт}}$ тертя леза ножа по решітці вовчка;
- використовуючи дані рис. 2.19, 2.20, визначити граничне значення зношування різальної кромки ножа на ділянці леза, яка знаходиться найближче до осі обертання ножа, I_{max} та граничне значення зношування різальної кромки ножа на ділянці леза, яка знаходиться на максимальній відстані від осі обертання, I_{min} ;
- розрахувати за виразом (69) значення коефіцієнта нерівномірності зношування леза по його довжині $K_{p. \text{зн.}}$;
- розрахувати за виразом (70) значення кута α_D підйому гвинтових ліній на периферії витків шнека, град;
- розрахувати за виразом (71) значення кута α_d підйому гвинтових ліній на валу шнека, град;
- розрахувати за виразом (72) значення коефіцієнта відставання k_o переміщення частинок продукту шнеком в осьовому напрямі;
- розрахувати за виразом (74) мінімально допустиме значення діаметру валу шнека d_{np} ;
- розрахувати за виразом (84) значення довжини гвинтової лінії по валу шнека $l_{в.ш.}$ в межах одного кроку шнека;
- розрахувати за виразом (85) значення довжини гвинтової лінії по витку шнека $L_{в.ш.}$ в межах одного кроку шнека;
- розрахувати за виразом (75) значення площі внутрішньої циліндрової поверхні корпусу шнекового пристрою $F_{в. п. к.}$;

- розрахувати за виразом (76) значення площі однієї сторони поверхні шнекового витка на довжині одного кроку шнека $F_{в.ш.}$;
- розрахувати за виразом (77) значення крутного моменту на валу шнека $M_{кр}$;
- розрахувати за виразом (78) значення осьового зусилля $P_{вісь}$;
- розрахувати за виразом (79) значення нормального напруження стискування $\sigma_{сж}$;
- розрахувати за виразом (80) значення дотичного напруження τ ;
- розрахувати за виразом (81) значення еквівалентного напруження $\sigma_{екв.}$;
- розрахувати за виразом (82) значення згинального моменту $M_{зш}$ на внутрішньому контурі пластинки витка;
- розрахувати за виразом (83) значення найбільшого напруження згинання $\sigma_{зг}$;
- розрахувати за виразом (84) значення ширини гвинтової поверхні $b_{гв.ш.}$;
- розрахувати за виразом (87) значення кута вирізу α_n пластини;
- розрахувати за виразом (88) значення зовнішнього діаметру кільця D_n ;
- розрахувати за виразом (89) значення внутрішнього діаметру кільця d_n ;
- розрахувати за виразом (91) значення коефіцієнта однорідності подачі шнека $K_{П}$;
- розробити складальне або робоче креслення робочого шнека;
- розрахувати за виразом (95) значення площі перемички приймальної решітки $S_{пер.}$;
- розрахувати за виразом (94) значення робочої площі приймальної решітки $S_{р.пр.р.}$;
- розрахувати за виразом (93) значення потужності N_1 , що витрачається на розрізання продукту;
- розрахувати за виразом (96) значення потужності N_2 , необхідної для подолання сил тертя в деталях різального механізму;
- розрахувати за виразом (97) значення нормальної до поверхні шнека сили P_n , яка притискає продукт;
- розрахувати за виразом (98) значення середнього кута підйому витків шнека β_c ;
- розрахувати за виразом (99) значення окружної сили $P_{окр}$;
- розрахувати за виразом (100) значення моменту окружної сили $M_{окр}$;
- розрахувати за виразом (101) значення потужності N_3 , що витрачається на роботу шнека;
- розрахувати за виразом (92) значення потужності приводу вовчка N ;

- розрахувати значення частоти n_1 обертання меншого шківа клинопасової передачі приводу робочого шнека вовчка;
- вибрати тип перерізу ременя клинопасової передачі;
- розрахувати за виразом (102) значення обертового моменту T_1 ;
- розрахувати за виразом (103) значення діаметру меншого шківа d_1 ;
- розрахувати за виразом (104) значення діаметру більшого шківа d_2 ;
- розрахувати уточнене значення передатного відношення i ;
- розрахувати за виразами (105, 106) значення міжосьової відстані a ;
- розрахувати за виразом (107) значення довжини ременя L ;
- розрахувати за виразом (108) уточнене значення між осьової відстані a ;
- розрахувати за виразом (109) значення кут обхвату шківа α_0 ;
- розрахувати за виразом (110) кількість ременів z ;
- розрахувати за виразом (111) значення сили натягнення гілки ременя F_0 ;
- розрахувати за виразом (112) значення сили, що діє на вал F_g ;
- розрахувати за виразом (113) значення робочого ресурсу передачі H_0 ;
- розробити креслення загального виду вовчка;
- виконати опис конструкції та принципу роботи вовчка;
- підготуватись до захисту курсового проекту (повторити етапи та сутність проектувального розрахунку вовчка, види коняток цій вовчків та їх робочих органів);
- захистити курсовий проект.

3.6 Захист курсового проекту

Захист курсового проекту відбувається публічно, тобто студент захищає звіт перед аудиторією. В аудиторії можуть бути присутні студенти групи, що вивчає дисципліну «Обладнання для збереження та переробки продукції тваринництва» та викладачі кафедри.

До захисту студент готує визначений графічний матеріал, який роздрукований або накреслений в стандартних форматах. Графічний матеріал розвішується на дошці доповідача.

Доповідь студент здійснює усно, її тривалість – від 7 до 12 хвилин, що визначається об'ємом представленої роботи. Тільки після закінчення доповіді студента-доповідача йому можуть бути задані питання з аудиторії. На питання, які задає керівник курсового проекту, студент-доповідач повинен відповісти чітко та аргументовано. Питання доповідачу можуть задавати також і інші присутні в аудиторії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пелеев А. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / А. И. Пелеев. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – 537 с.
2. Вербицкий С. Б. Измельчение мясного сырья / С. Б. Вербицкий, В. В. Шевченко, А. В. Батраченко // Мясной бизнес. – 2010. – № 5. – С. 84–96.
3. Ивашов В. И. Новое в конструировании волчков: обзор информ. / В. И. Ивашов. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1988. – 38 с.
4. Бубыренко В. К. Исследование волчков с целью повышения их эффективности и долговечности рабочих органов : автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата технических наук / В. К. Бубыренко. – М. : МТИММП, 1977. – 24 с.
5. Определение рациональных режимов работы и параметрической надежности волчков / В. Д. Косой, В. В. Крементуло, А. С. Андрианов, В. С. Катюшин // Мясная индустрия СССР. – 1982. – № 3. – С. 24–28.
6. Мартынов Г. А. Повышение надежности и долговечности технологического оборудования мясной промышленности / Г. А. Мартынов. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1981. – 18 с.
7. Промисловий каталог ВАТ «Полтавамаш» [Електронний ресурс]. – Україна, 2012. – Режим доступу : <www.poltavamash.ua>.
8. Промисловий каталог фірми *Maschinenfabrik Seydelmann KG* [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2012. – Режим доступу : <www.seydelmann.de>.
9. Промисловий каталог фірми *Maschinenfabrik Laska GmbH* [Електронний ресурс]. – Австрія, 2012. – Режим доступу : <www.laska.at>.
10. Белухин В. А. Конструктивные особенности промышленных волчков / В. А. Белухин, С. Г. Юрков, С. В. Божьев // Мясная индустрия. – 2006. – № 7. – С. 53–55.
11. Максимов Д. А. Конструктивные особенности современных волчков / Д. А. Максимов, О. И. Якушев // Мясная индустрия. – 2007. – № 5. – С. 40–42.
12. Промисловий каталог фірми *Karl Schnell GmbH & CO. KG* [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2012. – Режим доступу : <www.karlschnell.de>.
13. Промисловий каталог фірми *GEA Convenience-Food Technologies* [Електронний ресурс]. – Нідерланди, 2012. – Режим доступу : <www.cfsrussia.com>.
14. Промисловий каталог фірми *KILIA Fleischerei- und Spezial Maschinen Fabrik GmbH* [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2012. – Режим доступу : <www.kilia.com>.

15. Промисловий каталог фірми *Inotec GmbH Maschinentwicklung und Vertrieb* [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2012. – Режим доступу : <www.inotecgmbh.de>.
16. Яремчук Н. В. Трудяга с участка измельчения // Мясные технологии. – 2010. – № 10. – С. 28–34.
17. Максимов Д. А. Конструкции режущих и подающих механизмов современных волчков / Д. А. Максимов, О. И. Якушев // Мясные технологии. – 2008. – № 10. – С. 14–17.
18. Чижикова Т. В. Машины для измельчения мяса и мясных продуктов / Т. В. Чижикова. – М. : Легкая промышленность, 1982. – 240 с.
19. Казаков Н. Ф. Технология пищевого машиностроения : учебник для вузов по спец. «Машины и аппараты пищевых производств» / Н. Ф. Казаков, Г. А. Мартынов. – М. : Машиностроение, 1982. – 296 с.
20. Промисловий каталог фірми *Lumbeck & Wolter GmbH & CO. KG* [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2012. – Режим доступу : <www.lumbeck-wolter.de>.
21. Чижикова Т. В. Перспективные материалы для изготовления режущих инструментов измельчителей мяса и мясных продуктов / Т. В. Чижикова, А. П. Шишкова // Мясная индустрия СССР. – 1979. – № 7 – С. 32.
22. Прейс Г. А. Повышение износостойкости оборудования пищевой промышленности / Прейс Г. А., Сологуб Н. А., Некоз А. И. – М. : Машиностроение, 1979. – 203 с.
23. Вербицкий С. Б. Безопасность и гигиена по-европейски: промышленные мясорубки и волчки / С. Б. Вербицкий // Мясной бизнес. – 2012. – № 1. – С. 52–57.
24. Батраченко О. В. Розрахунок основних технологічних параметрів м'ясорізальних вовчків // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 3–4. – С. 134–139.
25. Островский Э. В. Краткий справочник конструктора продовольственных машин / Э. В. Островский, Е. В. Эйдельман. – М. : Агропромиздат, 1986. – 621 с.
26. Пат. 31370 Україна МПК В02С18/26 Різальний механізм вовчка / Некоз О. І., Батраченко О.В. Заявл. 16.10.2007; Опубл. 10.04.2008, Бюл. 2008, № 7.
27. Некоз О. І. Перехід до кільцевої решітки – комплексне вирішення задач модернізації м'ясорізальних вовчків / О. І. Некоз, Т. О. Колісниченко, О. В. Батраченко // Тези доповідей I Міжнародної конференції аспірантів та студентів, (Дніпропетровськ, 20-25 квіт. 2009 р.) / Дніпропетр. нац. ун-т ім. Олеся Гончара. – С. 16.
28. Резник Н. Е. Теория резания лезвием и основы режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – М. : Машиностроение, 1975. – 311 с.

29. Пат. 50116 Україна, МПК В02С18/00. Решітка подрібнювача / Некоз О. І., Шевченко В. В., Вербицький С. Б., Батраченко О. В.; заявник та патентовласник Черкас. держ. технол. ун-т. – № u200912592 ; заявл. 04.12.2009 ; опубл. 25.05.2010 р., Бюл. № 10 (П ч.).
30. ГОСТ 28533-90. Режущий инструмент волчков. Типы, основные размеры и технические требования. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 5 с.
31. *Чижикова Т. В.* Перспективы повышения эксплуатационной надежности режущих инструментов в мясной промышленности / Т. В. Чижикова, Г. А. Мартынов. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1987. – 43 с.
32. *Барбашов Ф. А.* Восстановление изношенных ножей ручной электродуговой наплавкой / Ф. А. Барбашов, Г. А. Мартынов. // Мясная индустрия СССР. – 1977. – № 7. – С. 10–12.
33. *Некоз О. І.* Імпульсно-плазмове зміцнення ножів м'ясорізальних вовчків / О. І. Некоз, О. В. Колісниченко, Kondrat Z. Zdislav, О. В. Батраченко // Тертя та зношування : зб. наук. праць Нац. авіаційного ун-ту. – Київ, 2010. – № 2. – С. 47–56.
34. *Некоз С. О.* Підвищення зносостійкості деталей різального комплексу м'ясорізальних вовчків з використанням ефекту вибіркового переносу / С. О. Некоз, О. І. Некоз // Проблеми трибології. – Хмельницький, 1998. – № 1 (7). – С. 75–76.
35. *Зменшення металоємності ножів м'ясорізальних вовчків* / [О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, С. О. Філімонов та ін.] // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2013. – № 3. – С. 154–161.
36. *Дослідження інтенсивності зношування лез ножа вовчка* / [О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, С. О. Філімонов та ін.] // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2013. – № 2. – С. 128–132.
37. *Stoyanov S., Schnäkel W., Haack O. (2003) Schneidwerkzeuge stabil konstruieren - Festigkeitsberechnungen von Messern und Lochscheiben eines Fleischwolfes - 5 // Fleischwirtschaft, 83 (8), pp. 39–44.*
38. Пат. 39792 України, МПК В02С18/00 Ніж складаний до вовчка / Некоз О. І., Батраченко О. В. Заявл. 23.10.2008 ; Опубл. 10.03.2009, Бюл. 2008, № 5.
39. *Розробка критерію оцінки конструкцій різального вузла вовчків* / Р. М. Дідковський, С. Є. Голячук, О. І. Некоз, О. В. Батраченко // Наукові нотатки ЛНТУ. – Луцьк, 2008. – № 23. – С. 67–74.
40. *Методика розрахунку продуктивності м'ясорізальних вовчків* / О. І. Некоз, С. Б. Вербицький, П. В. Іванов, О. В. Батраченко // Вісник ДонНУЕТ. – Донецьк, 2011. – № 1. – С. 26–32.
41. *Структурно-механические свойства продуктов* / [под ред. А. В. Горбатова]. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 296 с.

42. Берник П. С. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва : навч. посіб. / П. С. Берник. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004.
43. Татуревич А. Н. Волчок К6-ФВП-160/2 с загрузочным устройством / А. Н. Татуревич // Мясная индустрия СССР. – 1981. – № 4. – С. 31–33.
44. Сергеев С. М. Расчет на прочность деталей машин пищевых производств / С. М. Сергеев. – М. : Машиностроение, 1969.
45. Некоз С. О. Підвищення ефективності роботи і довговічності різального комплексу м'ясорізальних вовчків : дис.... кандидата техн. наук / С. О. Некоз. – К. : УДУХТ, 2001. – 165 с.
46. Розрахунок величини тиску опору технологічних отворів решіток вовчка / О. І. Некоз, В. В. Шевченко, С. Б. Вербицький, О. В. Батраченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2008. – № 3. – С. 156–161.
47. Горбатов А. В. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов / А. В. Горбатов. – М. : Агропромиздат, 1991. – 174 с.
48. Зменшення гідравлічного опору решіток вовчка / О. І. Некоз, В. В. Шевченко, С. Б. Вербицький, О. В. Батраченко // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2009. – № 3. – С. 59–64.
49. Пат. 31369 Україна, МПК В02С18/26 Пристрій для подрібнення м'яса / Некоз О. І., Батраченко О. В. Заявл. 16.10.2007 ; Опубл. 10.04.2008, Бюл. 2008, № 7.
50. Пат. 51557 Україна, МПК В 02 С 18/00 Приймальна решітка вовчка / Некоз О. І., Осипенко В. І., Іванов П. В., Батраченко О. В. Заявл. 28.12.2009 ; Опубл. 26.07.2010 р., Бюл. 2010, № 14.
51. Харламов С. В. Практикум по курсу «Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств» : учеб. пособие для вузов / С. В. Харламов. – Л. : Машиностроение, 1971. – 224 с.
52. Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособие / [С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 416 с.

Додаток А
Вихідні дані до виконання курсового проекту

Таблиця А.1 – Вихідні дані до курсового проекту

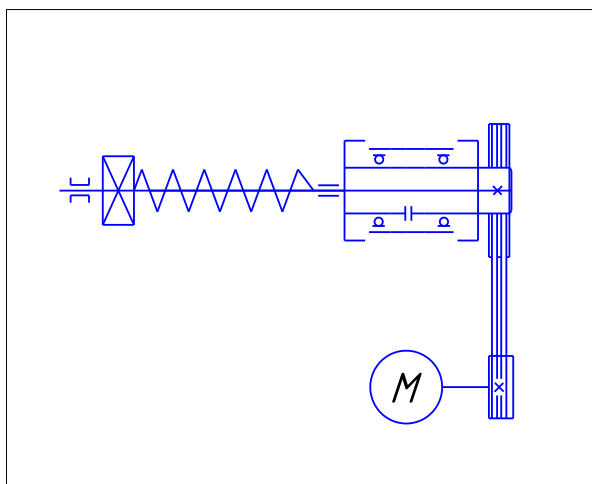
Номер варіанту*	Тип кінематичної схеми	Тип різального механізму	Зовнішній діаметр решітки, мм	Значення тиску у різальному вузлі, МПа	Спеціальна вимога
1	1	Д	200	0,55	3
2	2	Д	160	0,32	4
3	3	Д	220	0,44	2
4	4	Ж	250	0,5	1
5	3	Ж	130	0,42	1
6	1	Д	95	0,35	1
7	2	Ж	130	0,55	2
8	3	К	220	0,32	3
9	4	Д	200	0,44	4
10	1	Д	124	0,5	5
11	2	К	190	0,42	6
12	3	К	240	0,35	1
13	4	Д	170	0,55	2
14	1	Д	160	0,32	3
15	2	Ж	140	0,44	4
16	3	Ж	150	0,5	4
17	4	Ж	220	0,42	6
18	1	Ж	82	0,35	2
19	2	Ж	180	0,55	4
20	3	Д	160	0,32	5

* - номер варіанту обирається за номером прізвища студента згідно списку групи або призначається викладачем

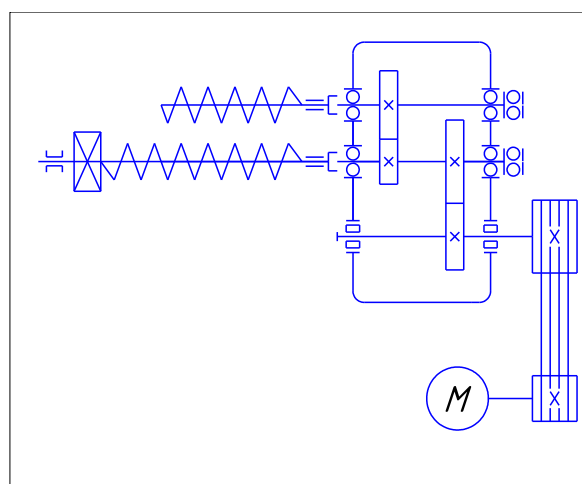
Типи різального механізму: Д – дисковий; Ж – дисковий із жилуванням сировини; К – кільцевий.

Спеціальні вимоги: 1 - максимальна продуктивність; 2 - максимальна однорідність подрібнення; 3 - максимальний ступінь подрібнення; 4 – висока якість різання; 5 – зменшений опір решіток руху сировини; 6 - баланс продуктивності та ступеню подрібнення.

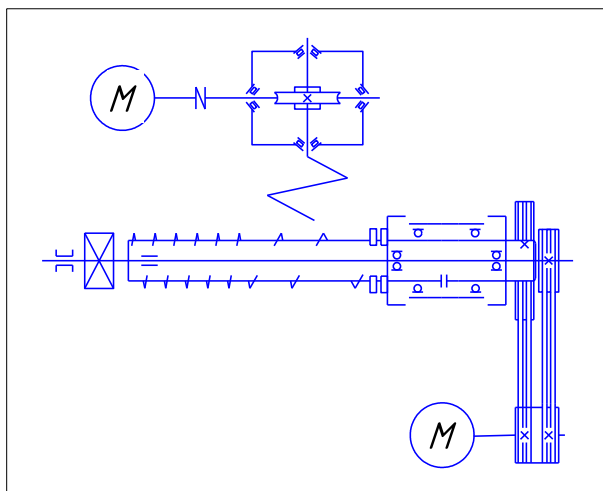
Додаток Б
Види кінематичних схем вовчків, що пропонуються
до виконання курсового проекту



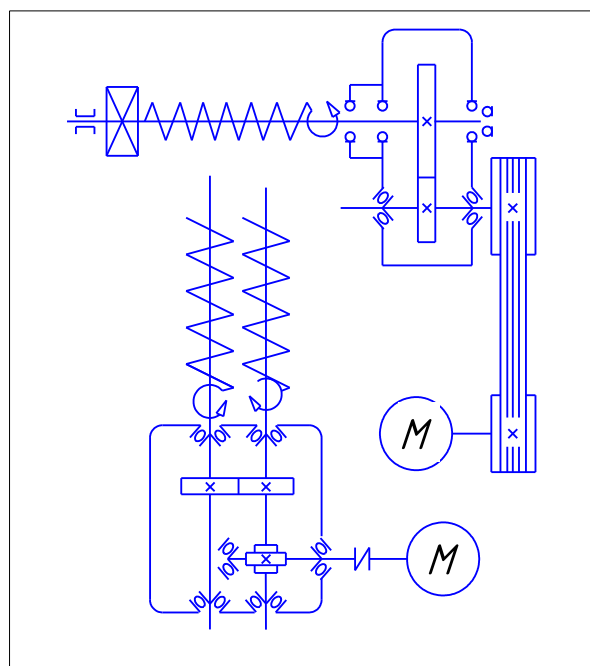
1 – без подавального шнека



2 – із паралельним розташуванням шнеків



3 – із роздільним приводом робочого шнека та ножового валу



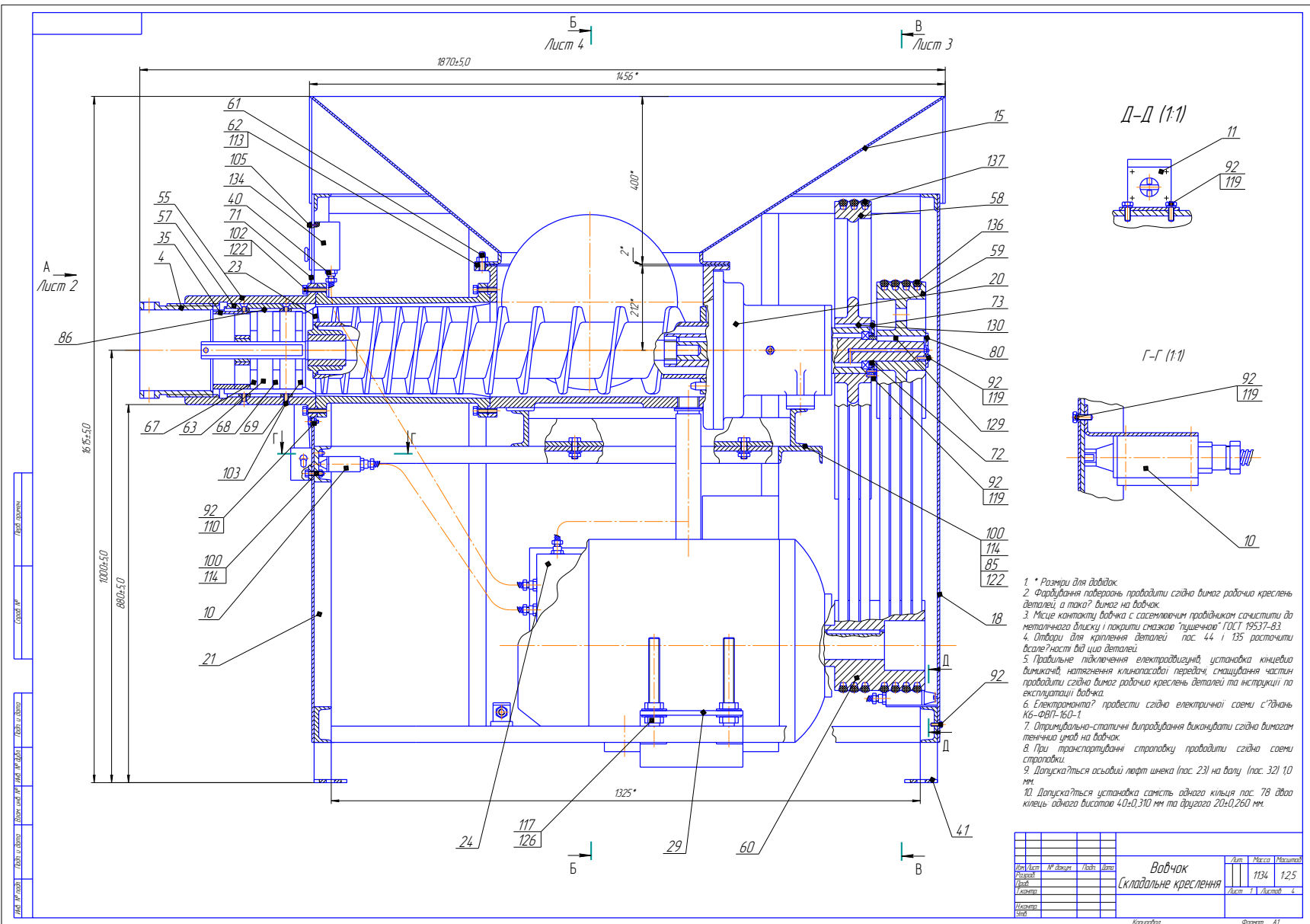
4 – із кутовим розташуванням шнеків

Рис. Б.1. Типи кінематичних схем вовчка

Додаток В

Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка

К6-ФВП-160, його вузлів та деталей
Рис. В.1. Вовчок К6-ФВП-160 (вид збоку)



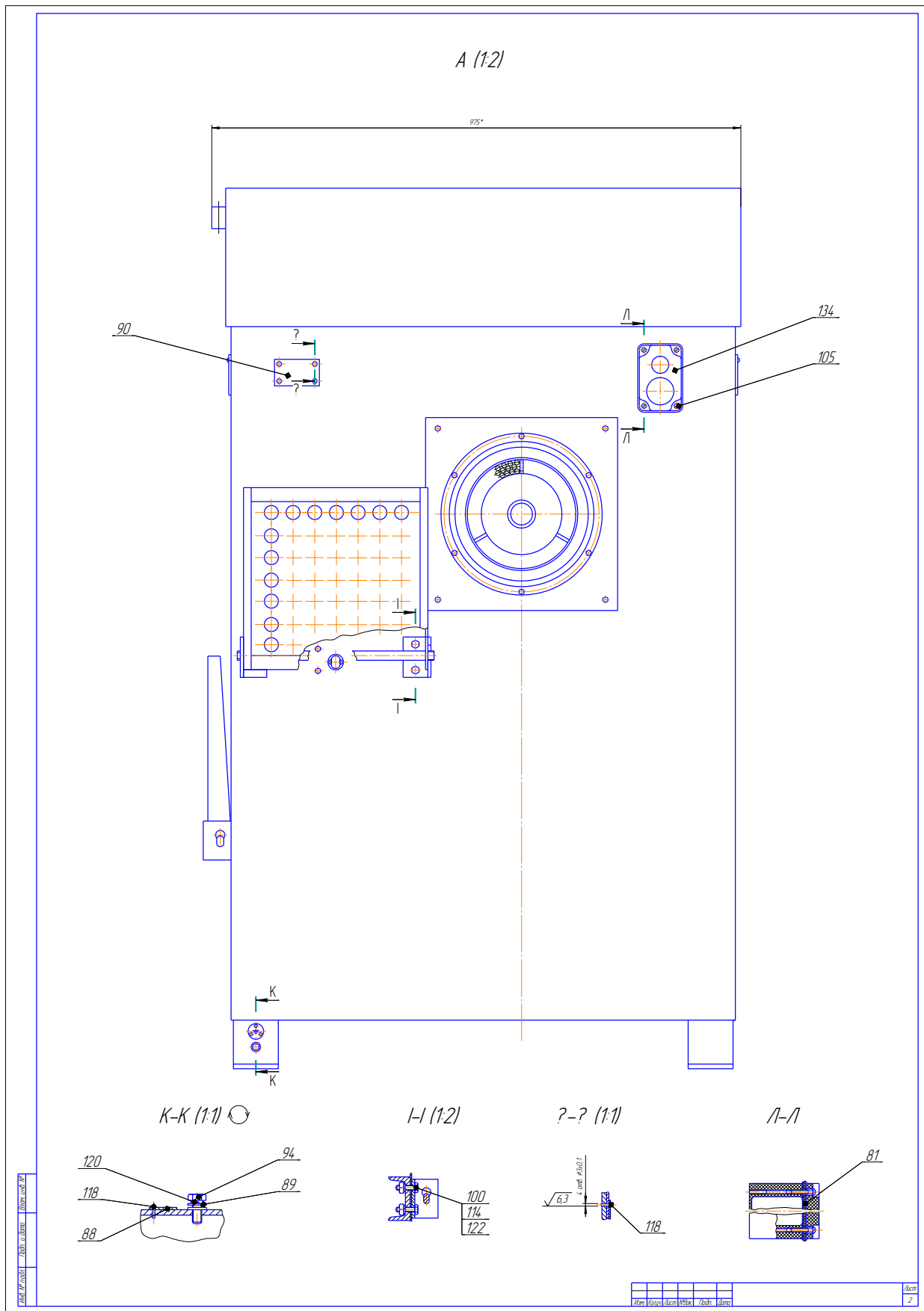


Рис. В.2. Вовчок К6-ФВП-160 (вид спереду)

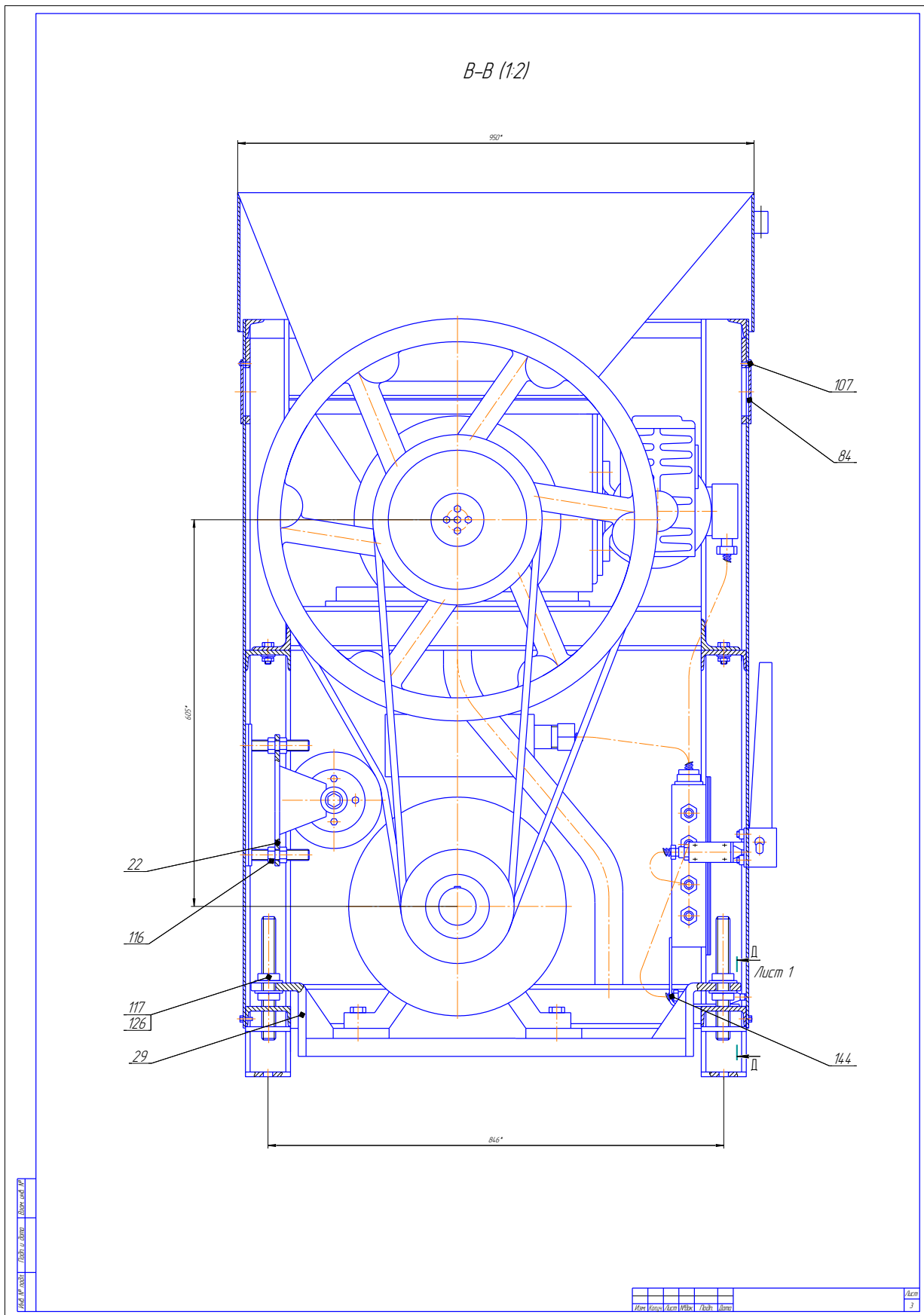


Рис. В.3. Вовчок К6-ФВП-160 (вид ззаду)

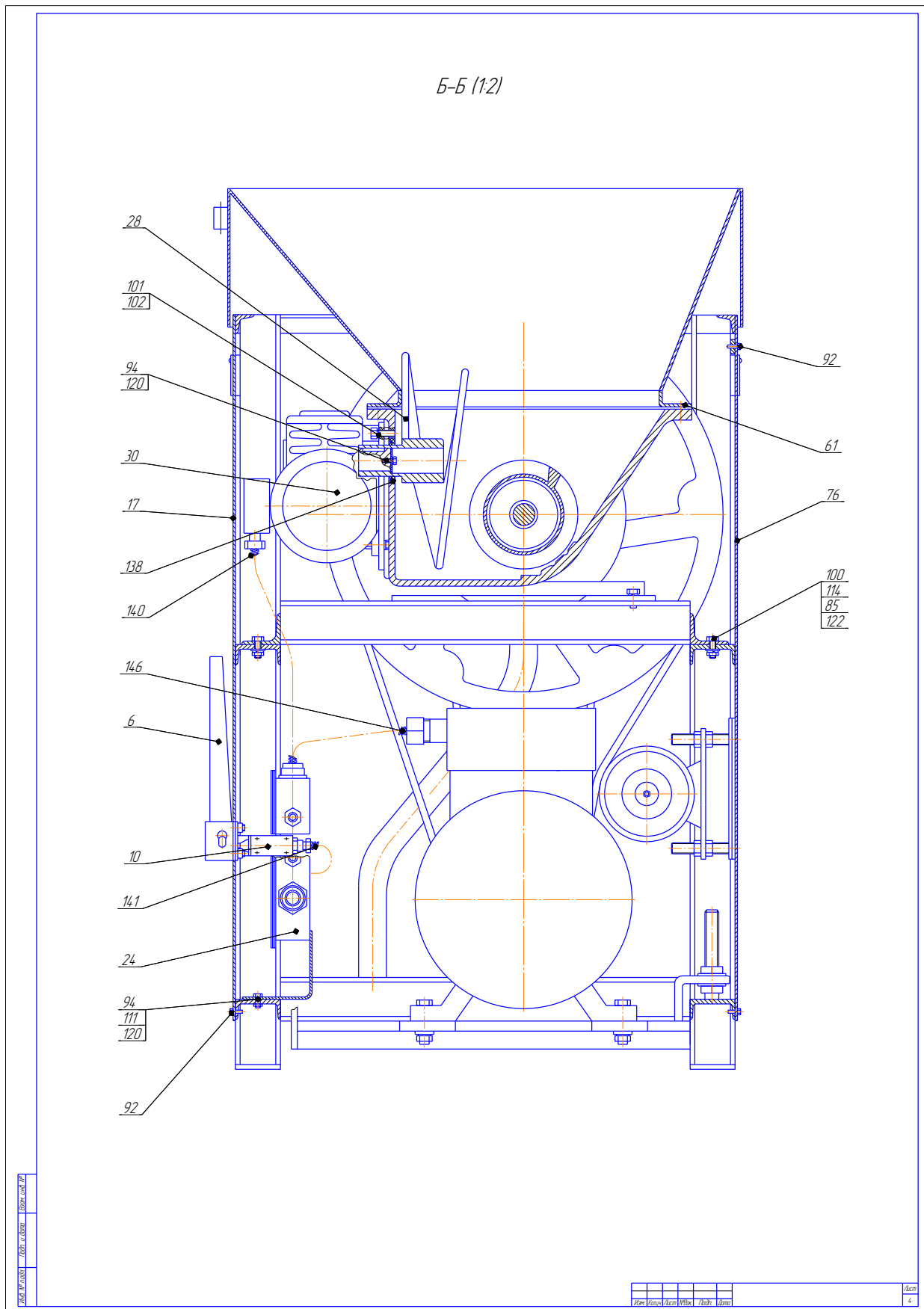
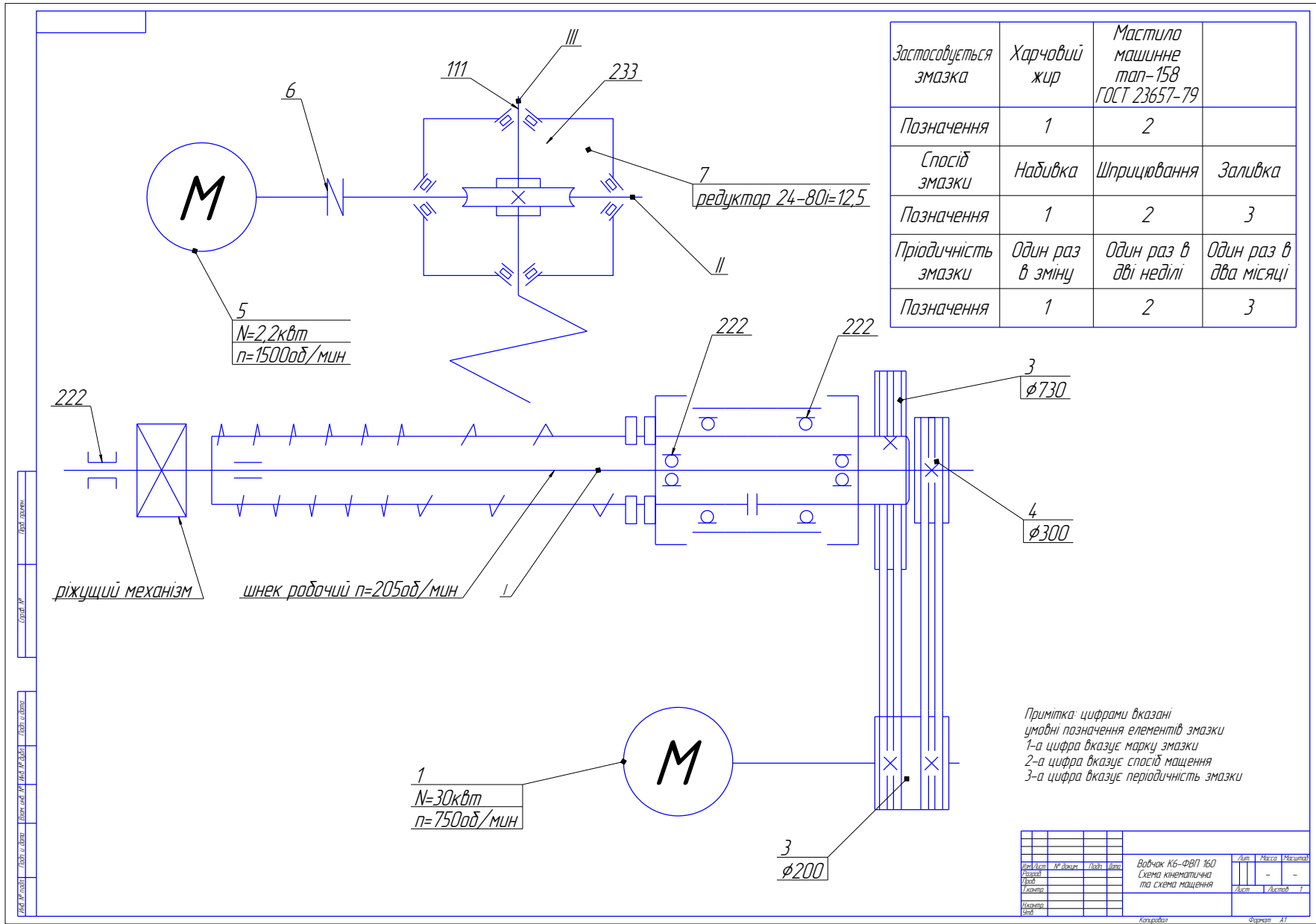


Рис. В.4. Вовчок К6-ФВП-160 (вид спереду, переріз)



Застосовується змазка	Харчовий жир	Масло машинне тап-158 ГОСТ 23657-79	
Позначення	1	2	
Спосіб змазки	Надівка	Шприцювання	Заливка
Позначення	1	2	3
Періодичність змазки	Один раз в зміну	Один раз в дві неділі	Один раз в два місяці
Позначення	1	2	3

Примітка: цифри вказані умовні позначення елементів змазки
 1-а цифра вказує марку змазки
 2-а цифра вказує спосіб мащення
 3-а цифра вказує періодичність змазки

№	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Водичк К6-ФВІІ 160 Схема кінематична та схема мащення	Лист	Маса	Масштаб
							-	-
						Лист	Листов	Г

Калібратор: _____ Формат: А1

Рис. В.5. Кінематична схема ввчєка К6-ФВІІ-160

Продовження додатка В

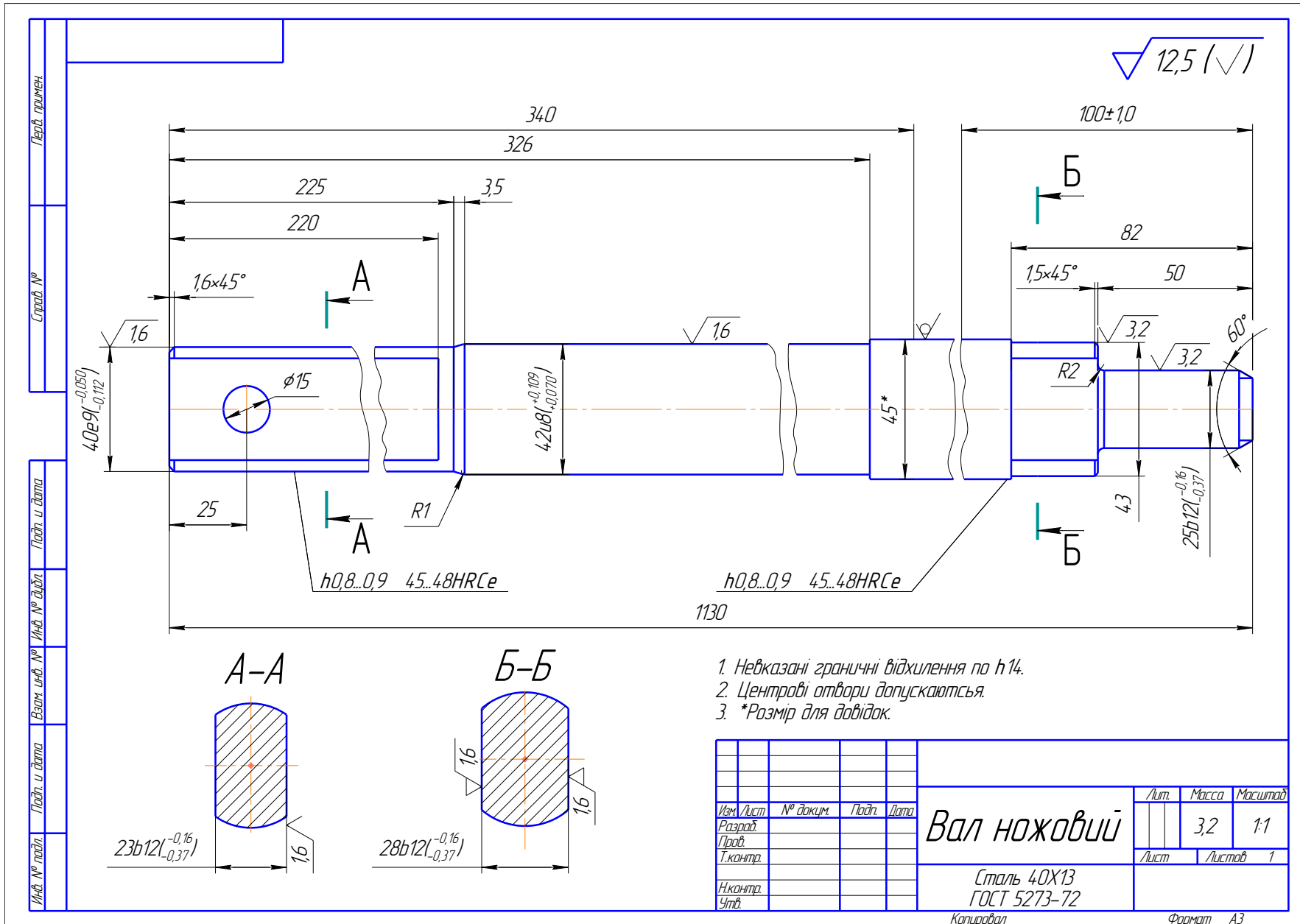
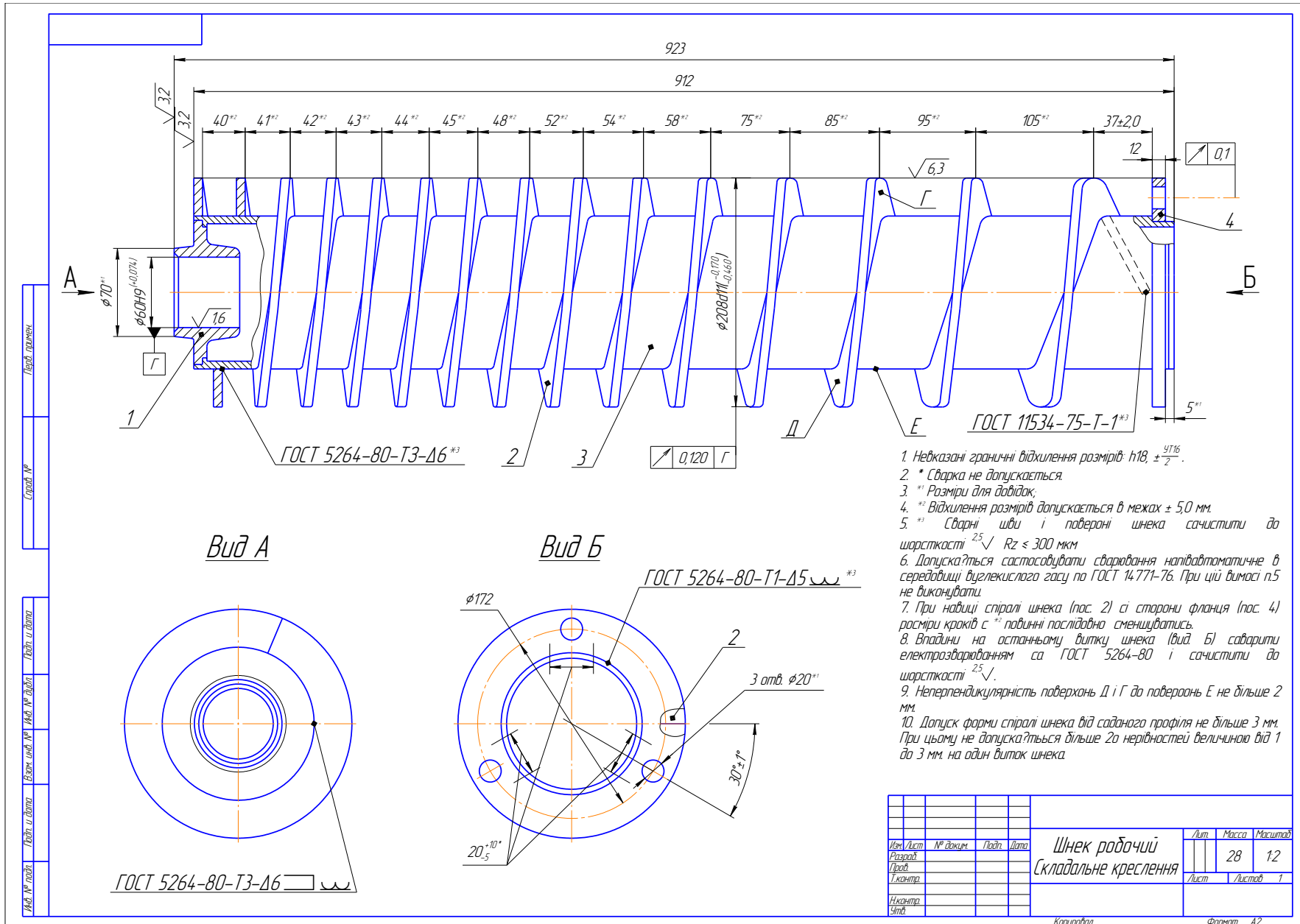


Рис. В.6. Ножовий вал вовчка К6-ФВП-160

Рис. В.7. Робочий шнек воячка К6-ФВП-160

Продовження додатка В



1. Невказані граничні відхилення розмірів: $h18, \pm \frac{yT16}{2}$.
2. * Сварка не допускається.
3. * Розміри для довідок.
4. ** Відхилення розмірів допускається в межах $\pm 5,0$ мм.
5. ** Сварні шви і поверхні шнека сачистити до шорсткості $\sqrt{Rz} \leq 300$ мкм.
6. Допускається застосовувати зварювання напівавтоматичне в середовищі вуглекислого газу по ГОСТ 14-771-76. При цій вимосі n5 не виконувати.
7. При навіці спіралі шнека (пос. 2) сі сторони фланця (пос. 4) розміри кроків с ** повинні послідовно зменшуватись.
8. Впадини на останньому витку шнека (вид Б) саварити електрозварюванням са ГОСТ 5264-80 і сачистити до шорсткості $\sqrt{Rz} \leq 300$ мкм.
9. Неперпендикулярність поверхонь Д і Г до поверхонь Е не більше 2 мм.
10. Допуск форми спіралі шнека від саяданого профіля не більше 3 мм. При цьому не допускається більше 2а нерівностей величиною від 1 до 3 мм. на один витак шнека.

Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Шнек робочий	Лист	Маса	Масштаб
					Складальне креслення	28	12
Лист					Листов		1
Копіювал					Формат	A2	

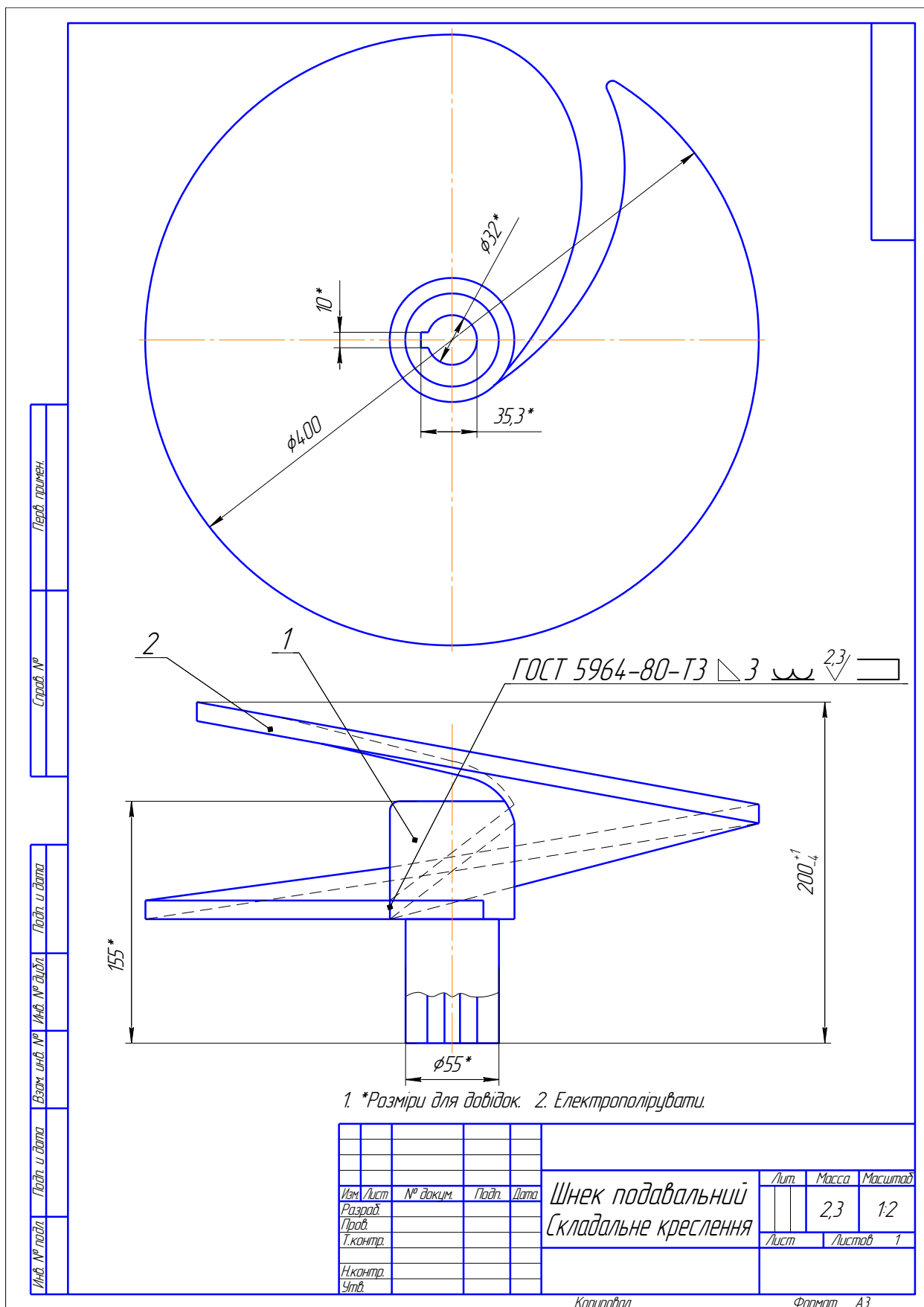


Рис. В.8. Подавальний шнек вовчка К6-ФВП-160

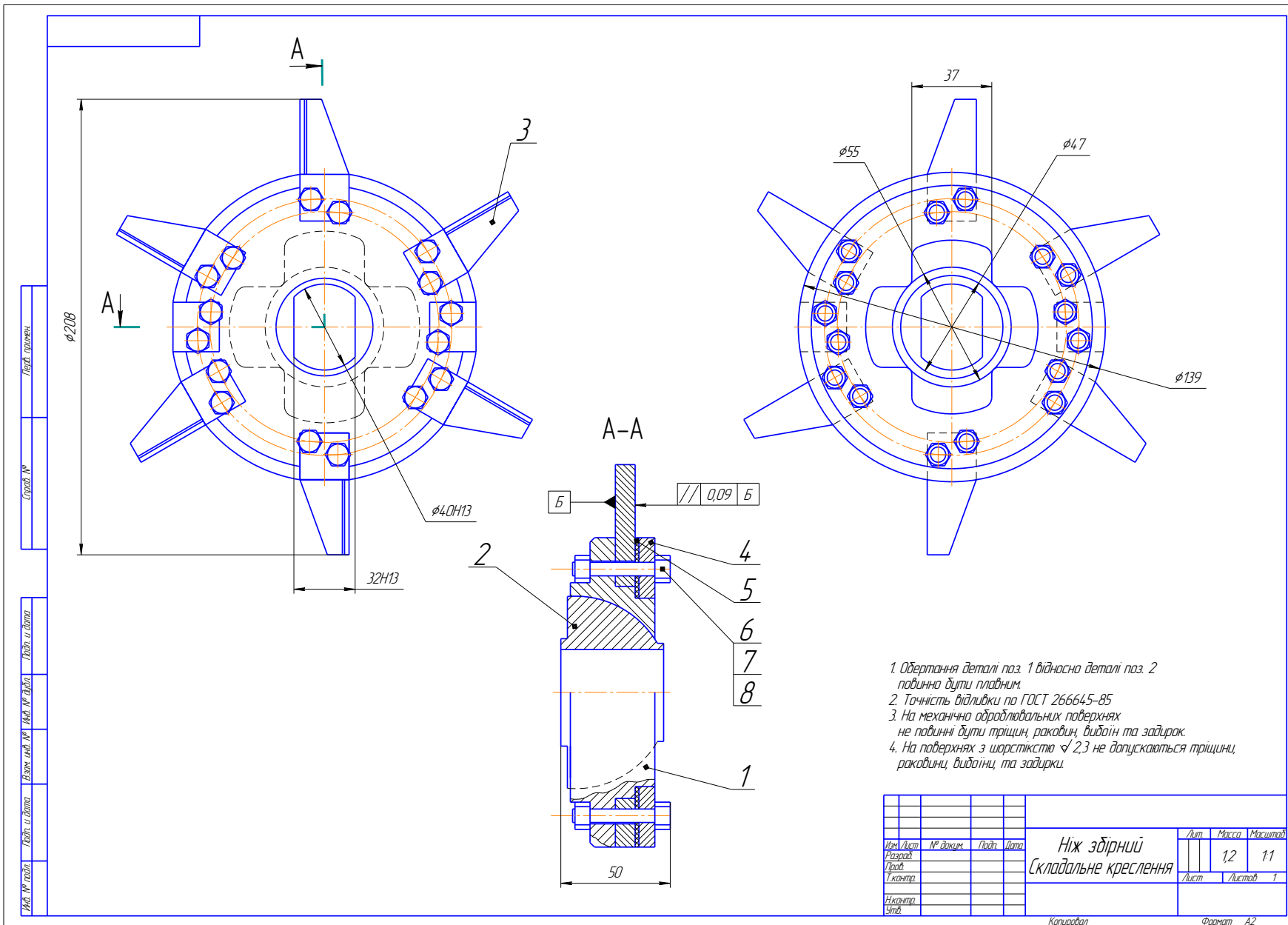
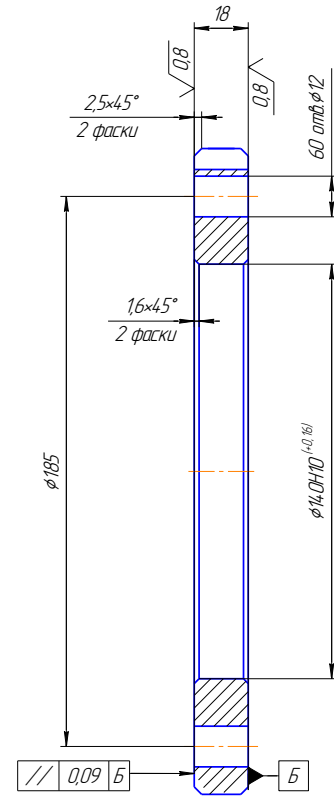
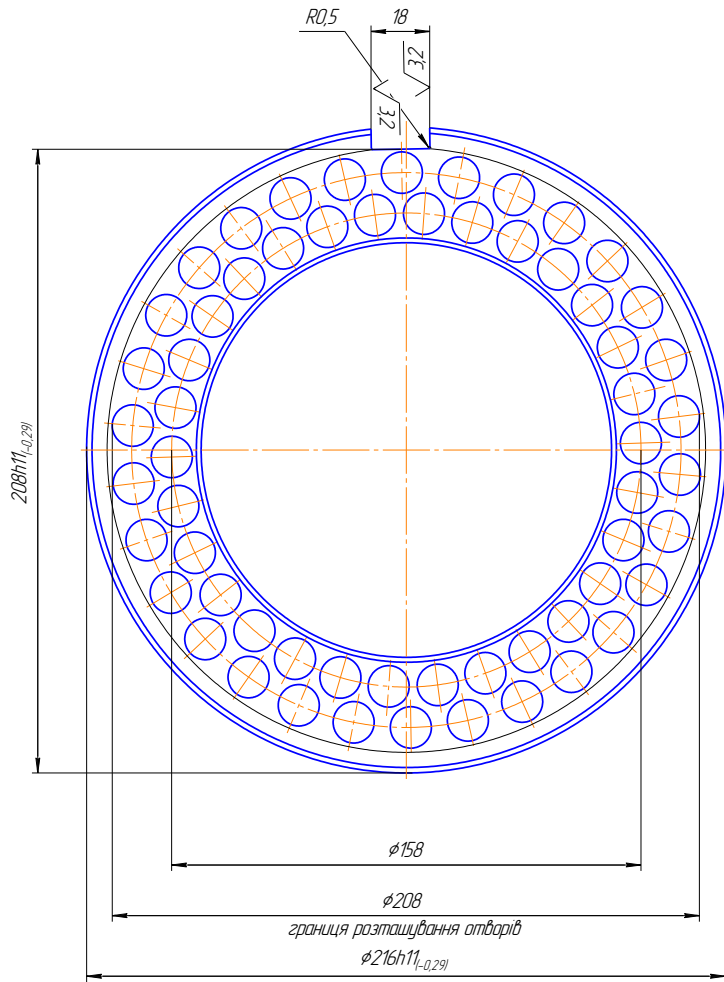


Рис. В.9. Ніж складаний вовчка із кільцевою решіткою

Продовження додатка В

√ 6.3 (√)



1. Твердість решітки HRC 58 ... 62.
2. *Розмір для довідок.
3. Неказані граничні відхилення згідно Н14, ±IT 14/2.
4. Допускається зменшення кількості отворів не більше ніж на 2 % від узказаного.
5. Маркування позначення решітки "208Н - ЗС" електроерозією, шрифт по - 4 ГОСТ 2930 -62.

Назва документа: Решітка кільцева
 Код документа: 801-78
 Дата виходу: 15.11.15
 Версія: 1.0

№	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Резерв						0,65	1:1
Проб.					Лист		Листов 1
Контр.							
Нконтр.							
Утв.							

Решітка кільцева

Сталь ШХ15
ГОСТ 801-78

Копировал

Формат А2

Рис. В.10. Кільцева решітка

Продовження додатка В

Додаток Г

Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка К7-ФВП-160, його вузлів та деталей

Рис. Г.1. Вовчок К7-ФВП-160

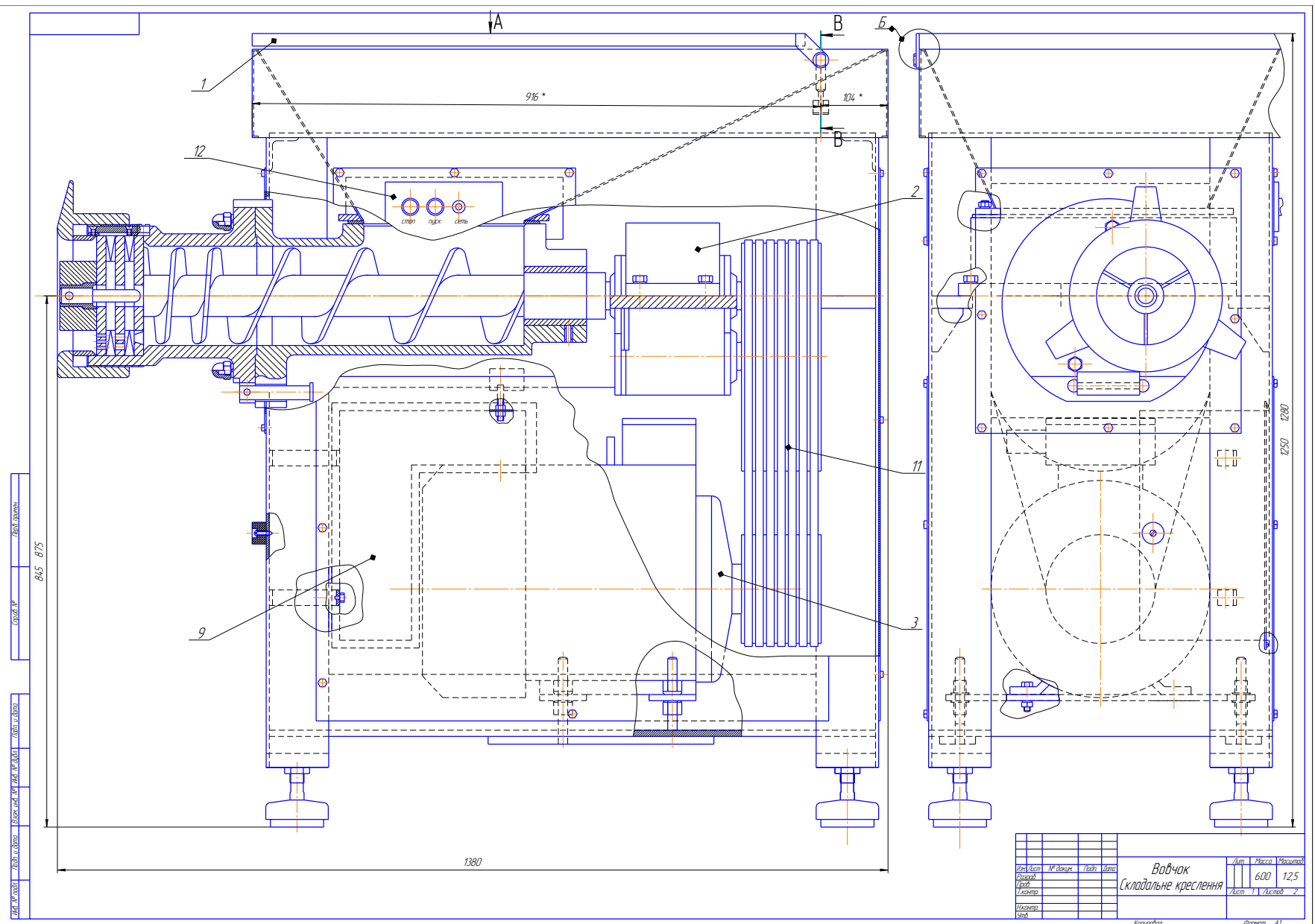


Рис. Г.2. Вовчок К7-ФВП-160 (вид зверху)

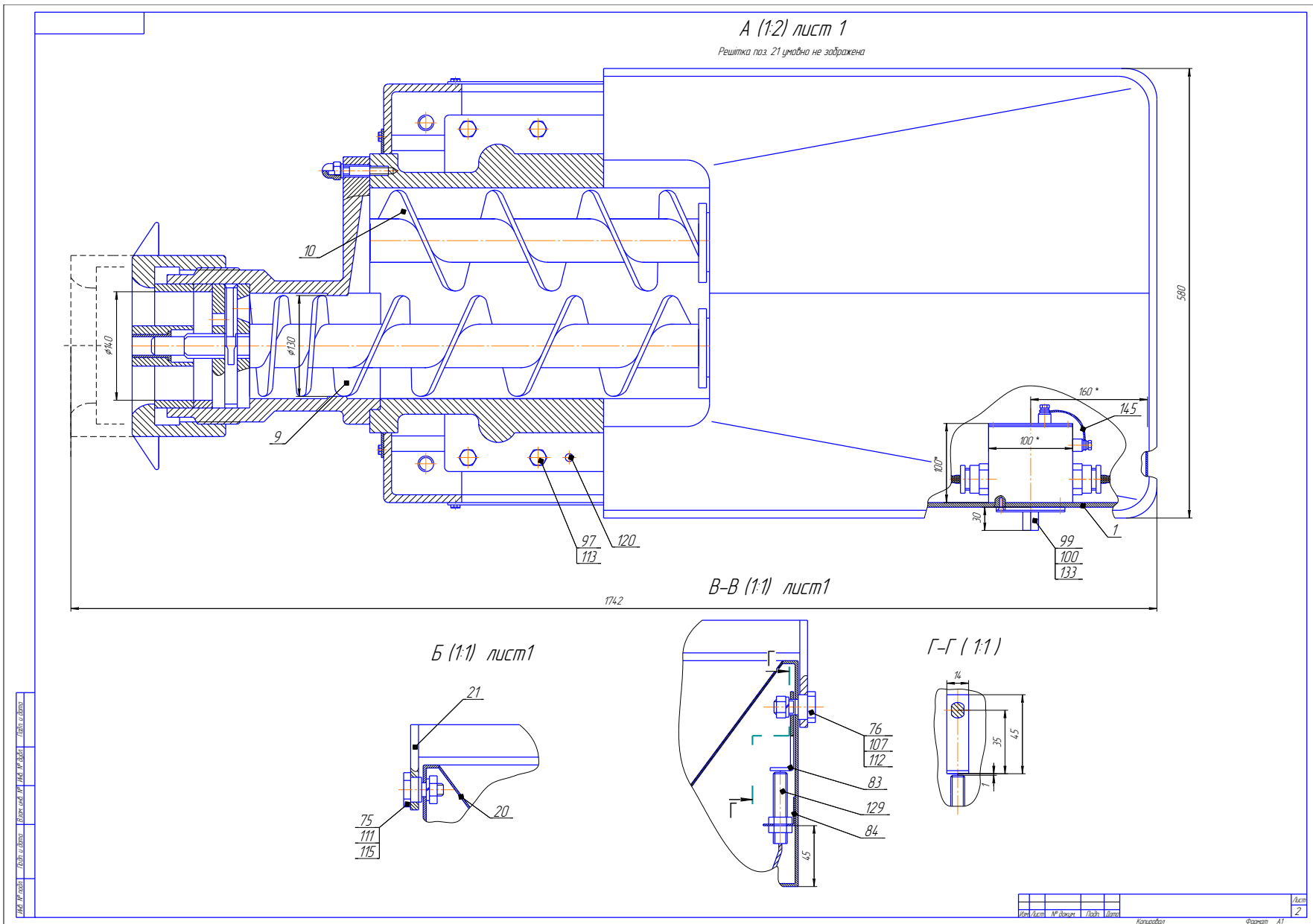
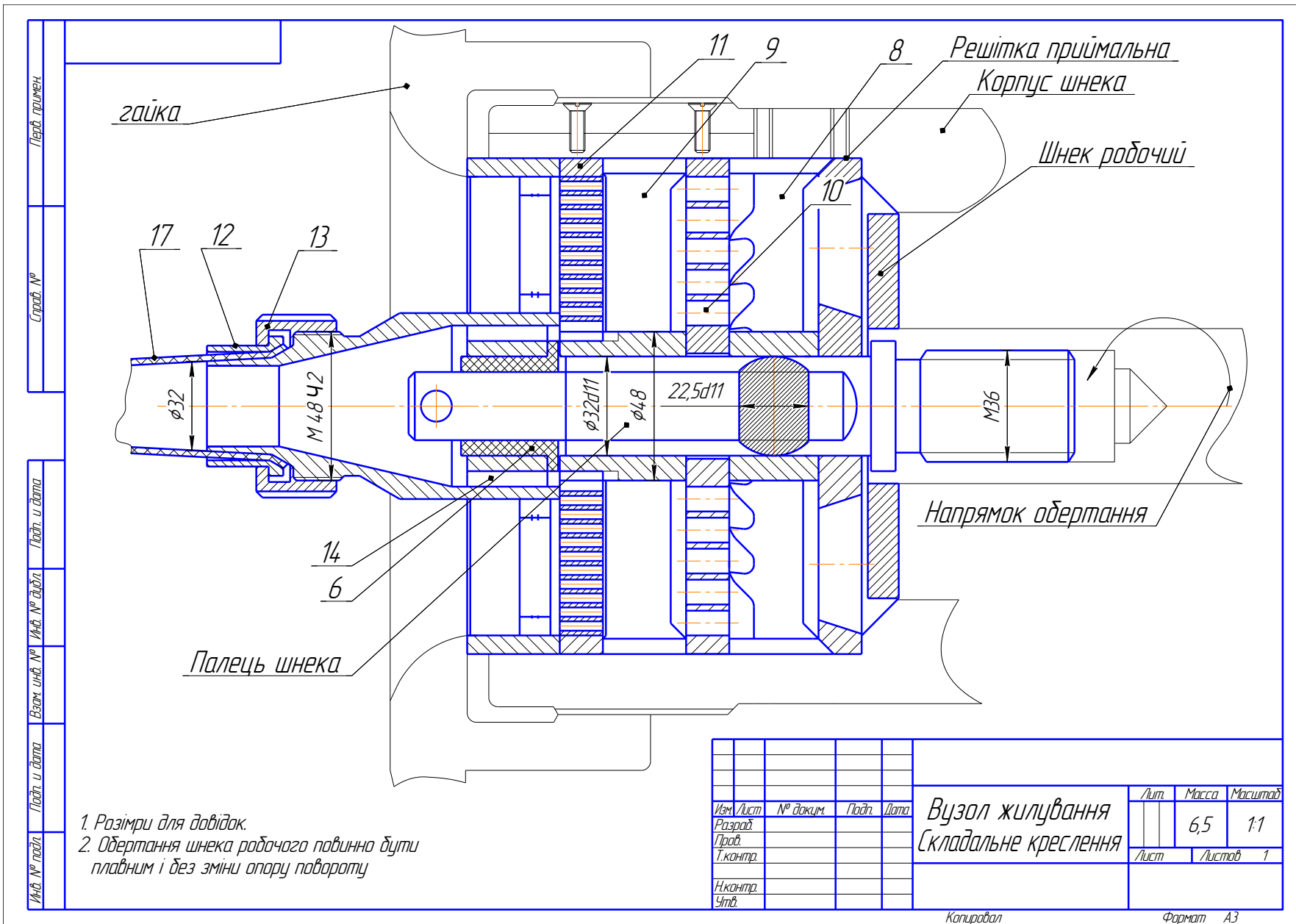


Рис. Г.3. Складальне креслення різального вузла вв'ячка К7-ФВП-160, що забезпечує жилування сировини



Перш. примеч.

Стр. №

Підп. і дата

Інв. № дроб.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № лавки

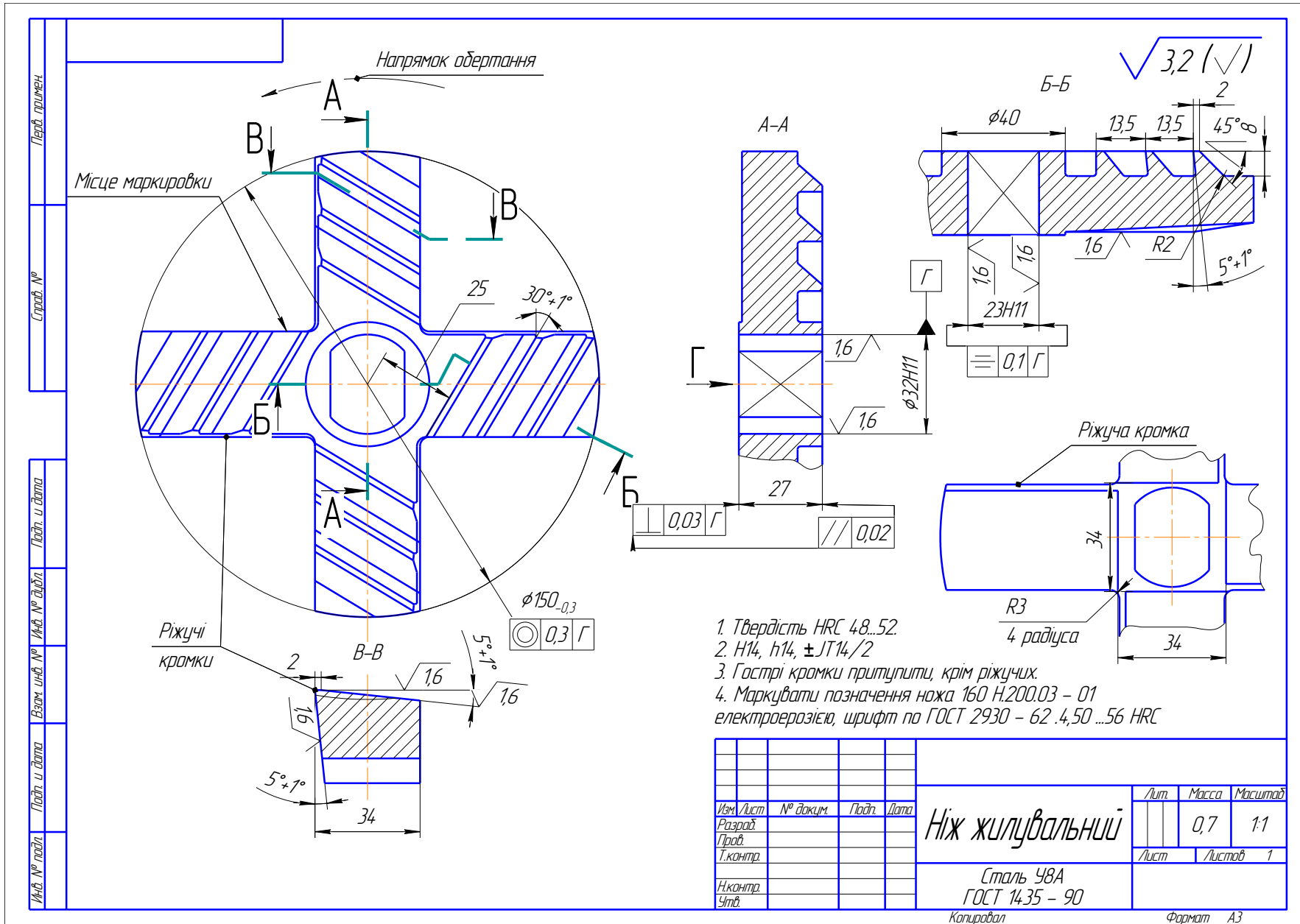
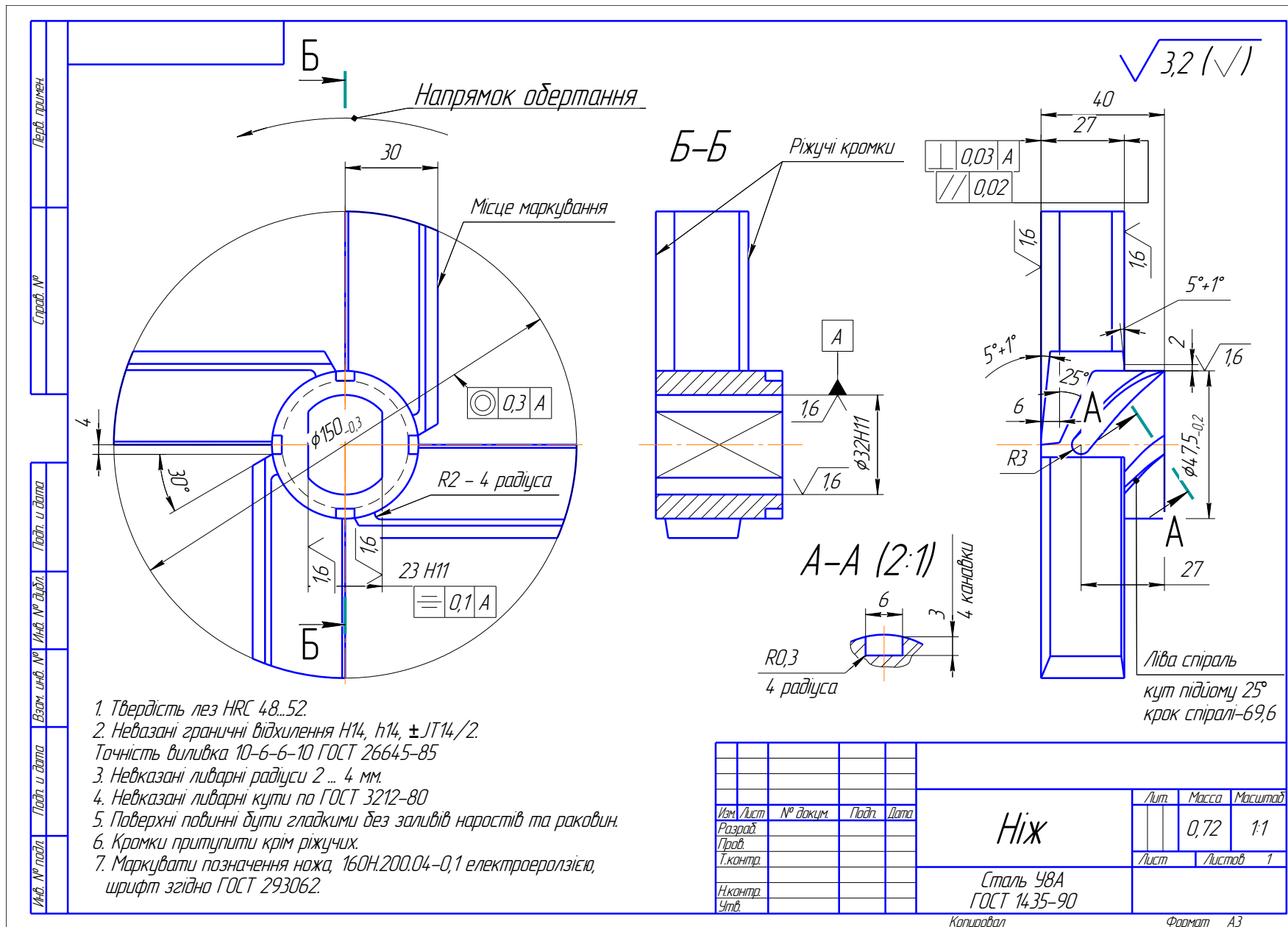


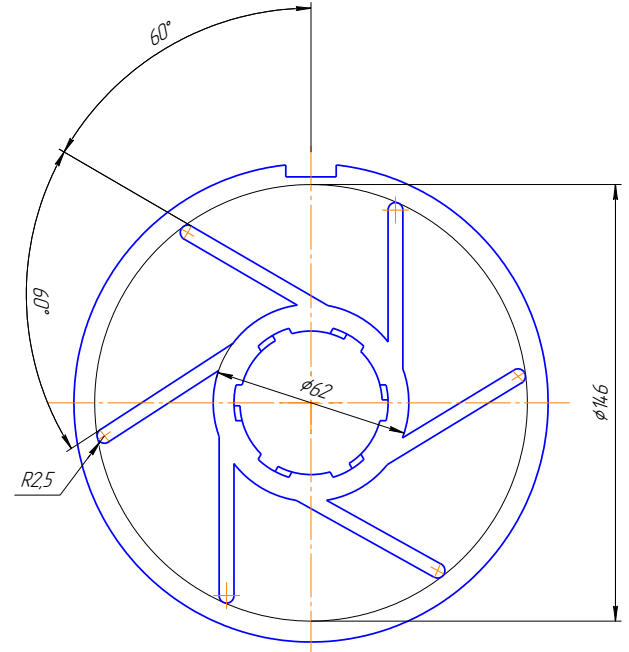
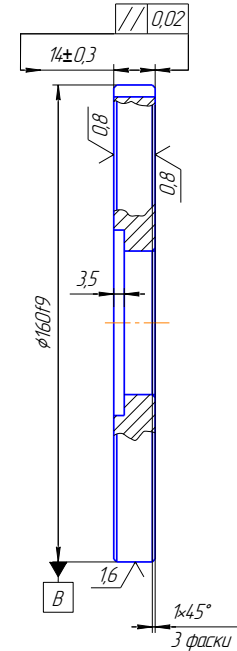
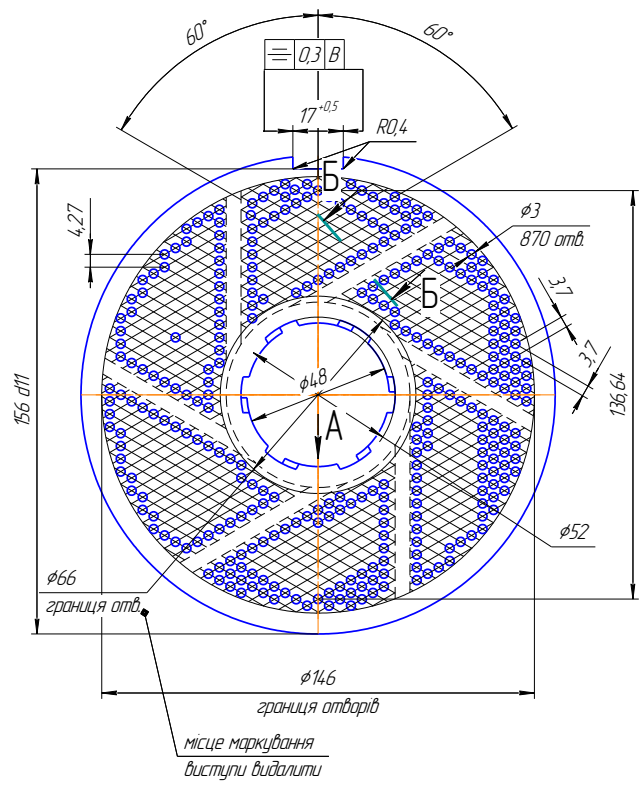
Рис. Г. 4. Ніж жилу вальний вовчка К7-ФВП-160

Продовження додатка Г

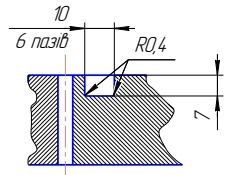
Рис. Г.5. Ніж жилтв вальний вовчка К7-ФВП-160



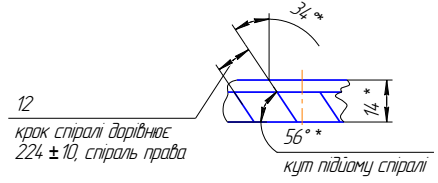
√ 3,2 (√)



Б-Б (2:1)



А (на розгортці)



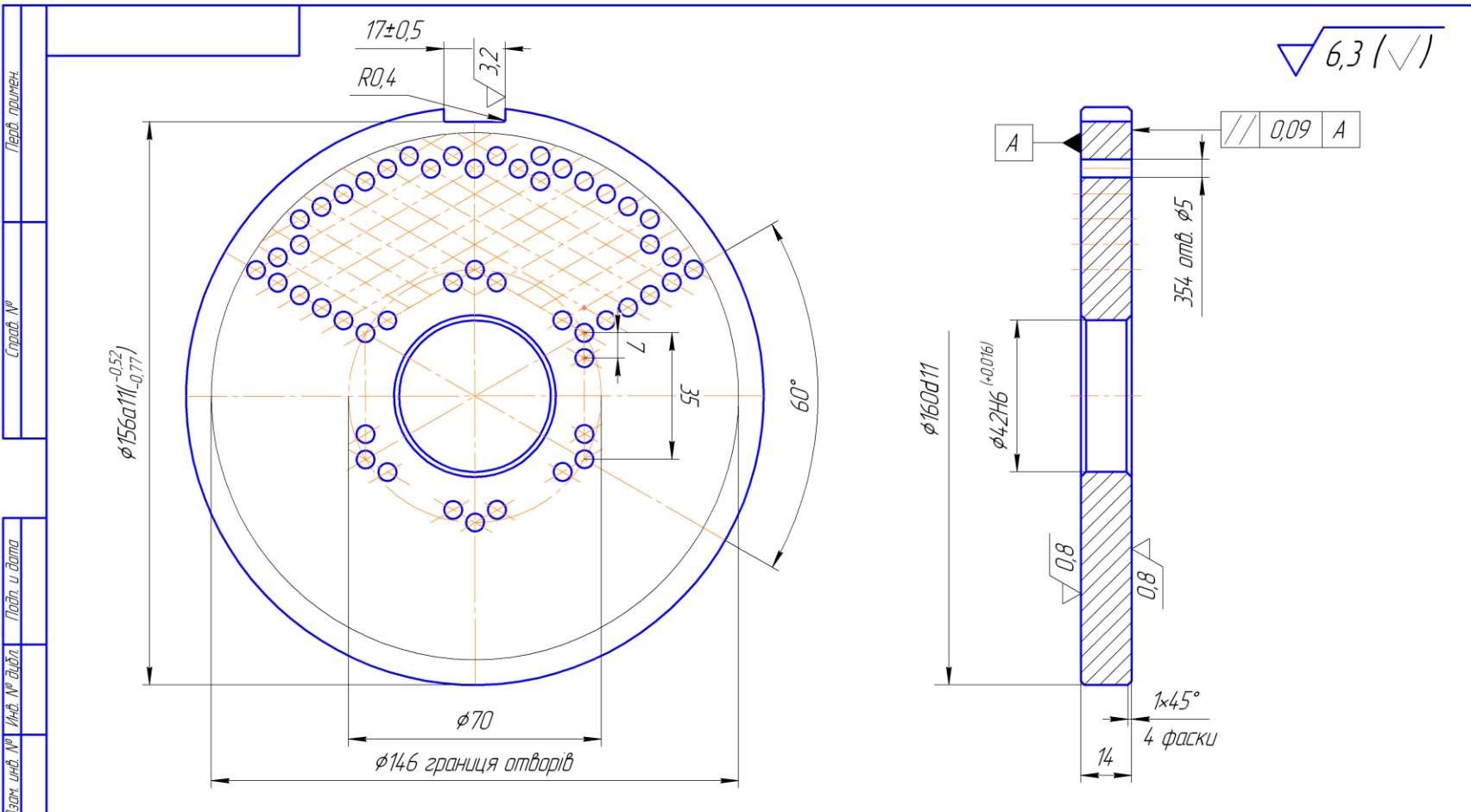
1. Твердість решітки 58 ... 62HRC
2. *Розмір для справок
3. Невказані граничні відхилення згідно Н14, ±JT 14/2
4. Допускається зменшення кількості отворів не більше ніж на 2 % від вказаного
5. Маркувати позначення решітки "160Н - ЗС" електроерозією, шрифт по - 4 ГОСТ 2930 - 62

№	Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Решітка вихідна з отв. 3 мм.	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.						Лист	0,95	11
Проб.						Листов		1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 95Х18 ГОСТ 5632-72			
Змб.					Копіювати			Формат А2

Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50
Лист № 51
Лист № 52
Лист № 53
Лист № 54
Лист № 55
Лист № 56
Лист № 57
Лист № 58
Лист № 59
Лист № 60
Лист № 61
Лист № 62
Лист № 63
Лист № 64
Лист № 65
Лист № 66
Лист № 67
Лист № 68
Лист № 69
Лист № 70
Лист № 71
Лист № 72
Лист № 73
Лист № 74
Лист № 75
Лист № 76
Лист № 77
Лист № 78
Лист № 79
Лист № 80
Лист № 81
Лист № 82
Лист № 83
Лист № 84
Лист № 85
Лист № 86
Лист № 87
Лист № 88
Лист № 89
Лист № 90
Лист № 91
Лист № 92
Лист № 93
Лист № 94
Лист № 95
Лист № 96
Лист № 97
Лист № 98
Лист № 99
Лист № 100

Рис. Г.6. Решітка вихідна жылгвальна вовчка К7-ФВП-160

Продовження додатка Г



Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №
Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №	Лист №	Справ. №

1. Твердість решітки 58 ... 62HRC.
2. *Розмір для справок.
3. Невказані граничні відхилення згідно Н14; ±IT 14/2.
4. Допускається зменшення кількості отворів не більше ніж на 2 % від вказаного.
5. Маркувати позначення решітки "160H - ЗС" електроерозією, шрифт по - 4 ГОСТ 2930 -62.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Решітка з отворами $\phi 5$ Сталь 95X18 ГОСТ 5632-72	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							0,9	1:1
Пров.						Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Копировал Формат А3

Рис. Г.7. Решітка вихідна вовчяка К6-ФВП-160

Продовження додатка Г

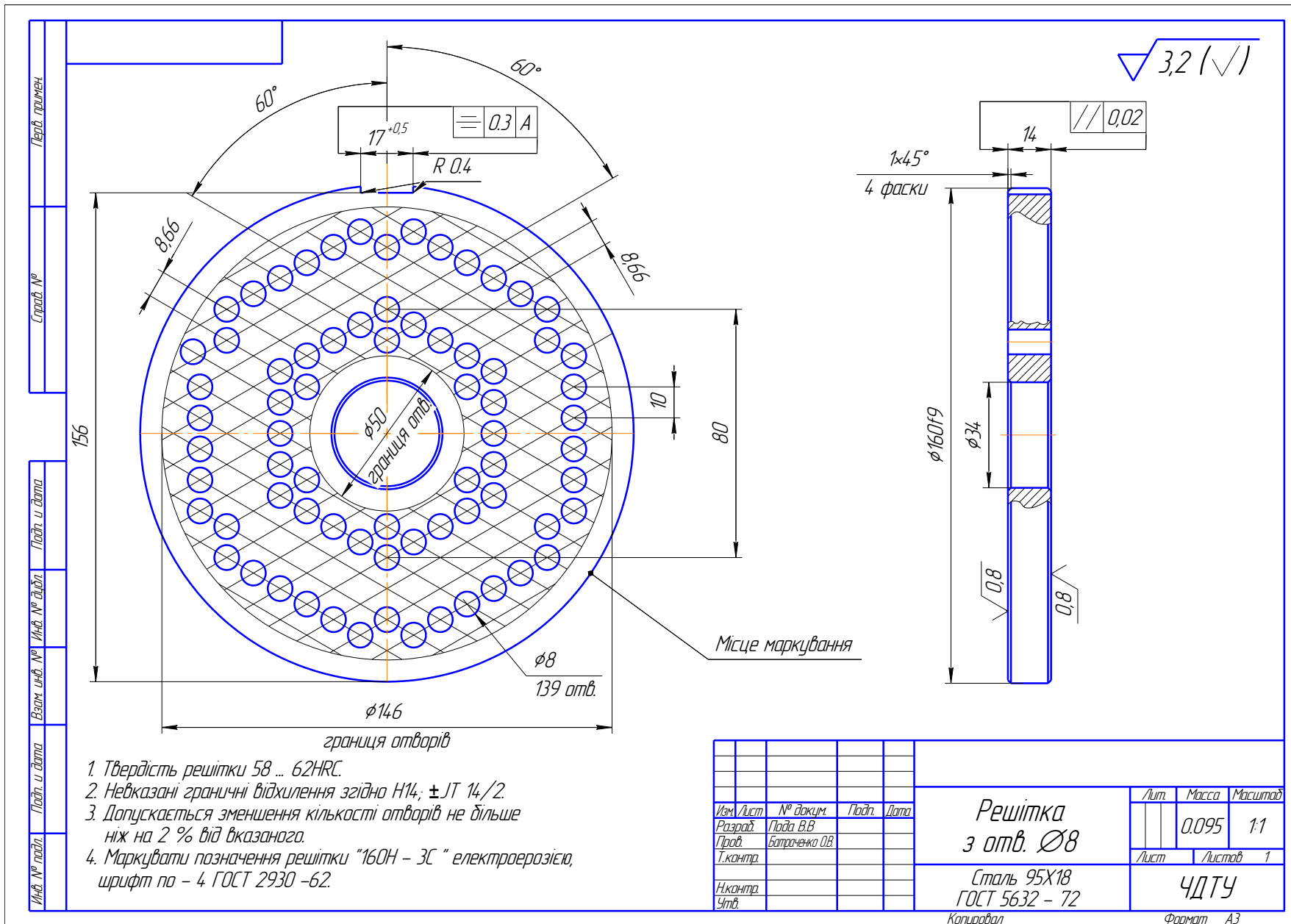
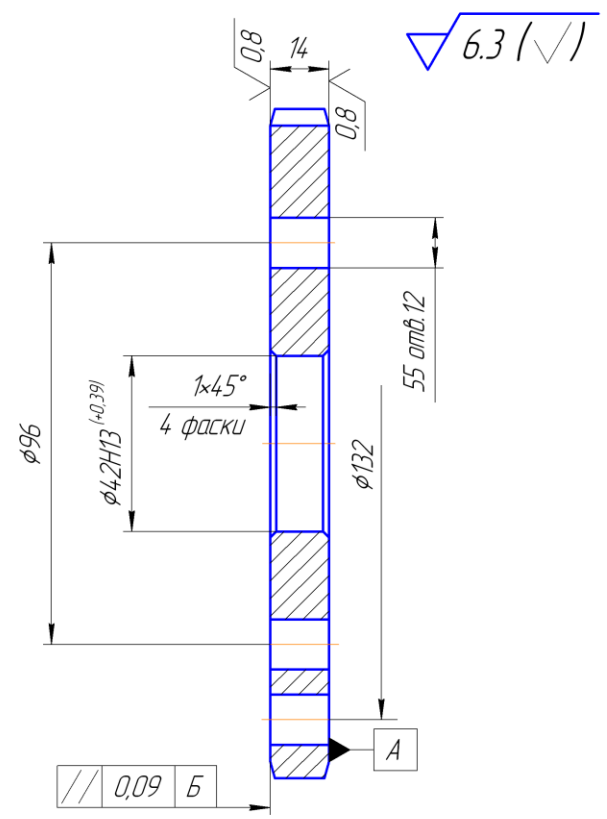
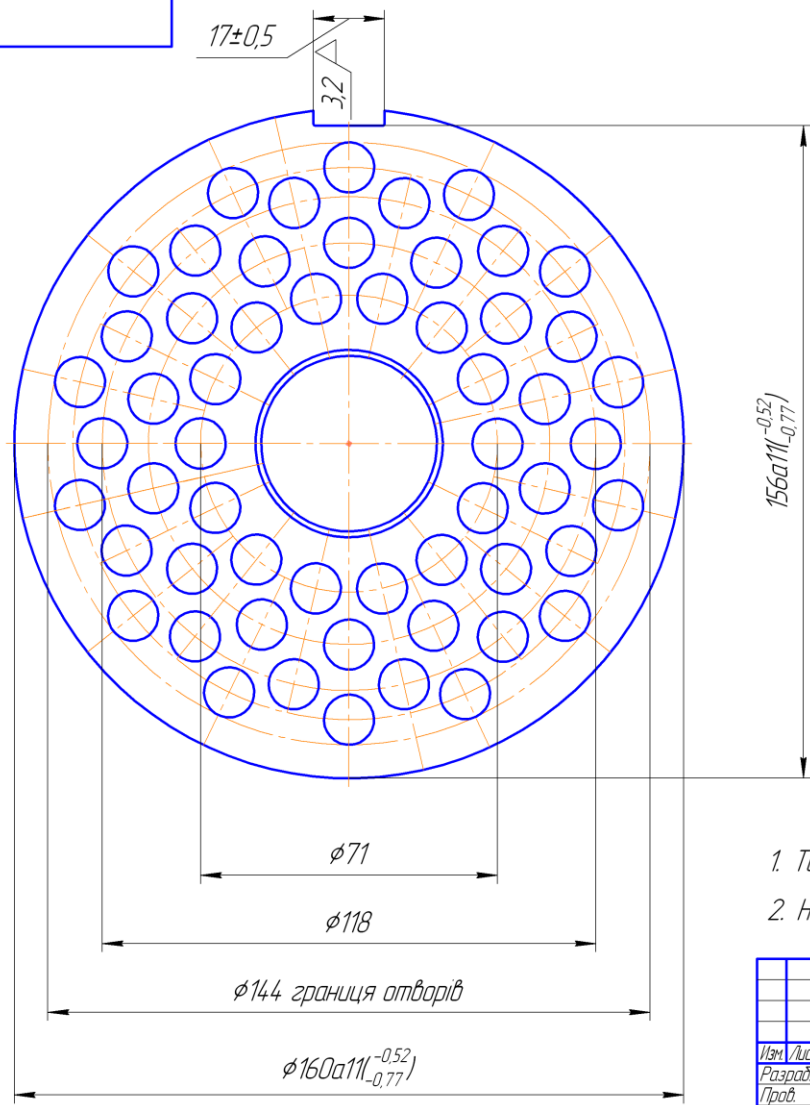


Рис. Г.8. Решітка вихідна вовчєка К6-ФВП-160

Продовження додатка Г

Мін. № подл.	Подл. і дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. і дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------



- Твердість решітки HRC 54...58.
- Невказані граничні відхилення по H14; h14; $\frac{IT14}{2}$.

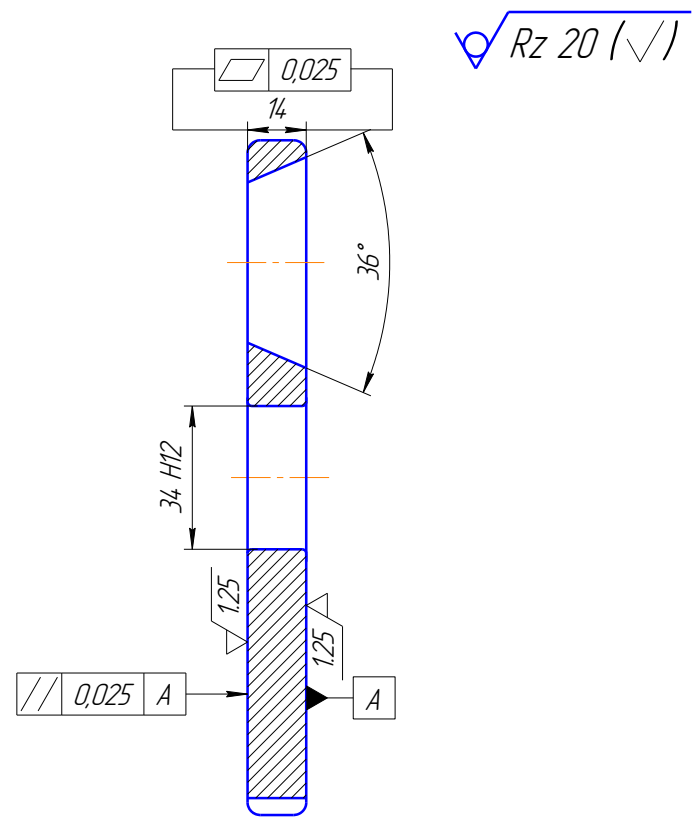
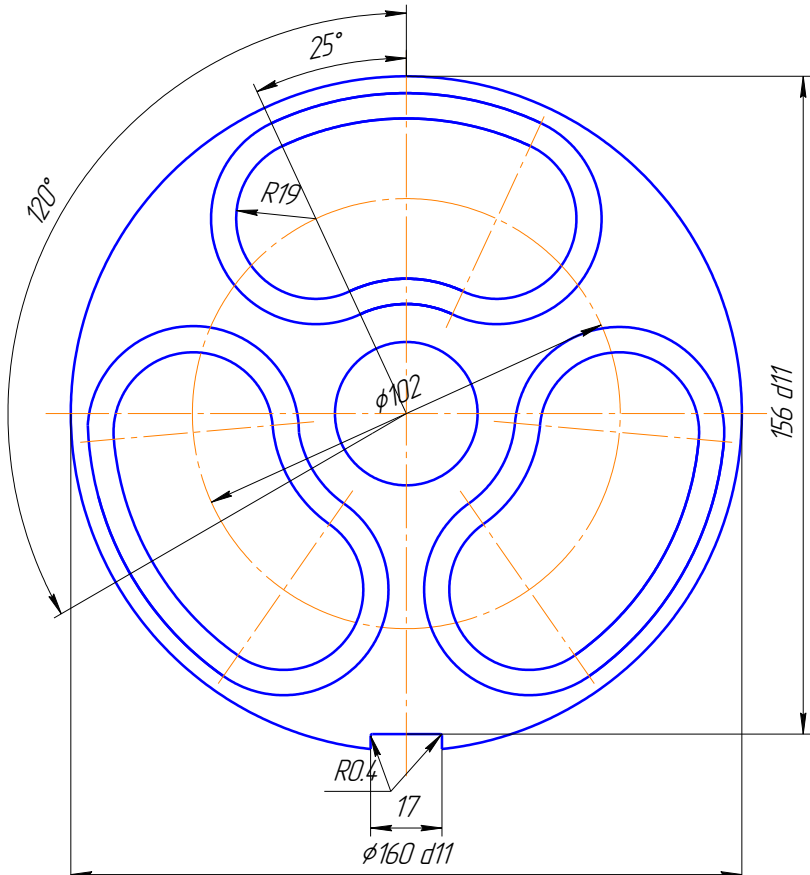
Изм	Лист	№ докум	Подл	Дата	Решітка з отворами $\phi 12$ Сталь 95X18 ГОСТ 5632-72	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб							0,8	1:1
Пров						Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Копировал Формат А3

Рис. Г.9. Решітка проміжна в'ячка К6-ФВП-160

Продовження додатка Г

Перед. примеч.
 Строч. №
 Подп. и дата
 Инв. № дроб.
 Влак. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.



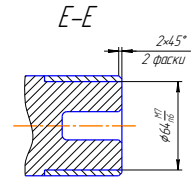
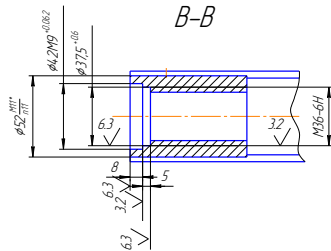
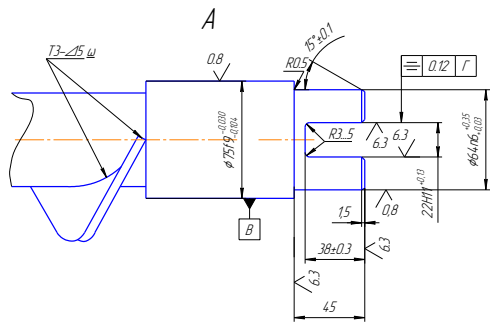
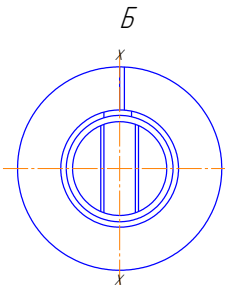
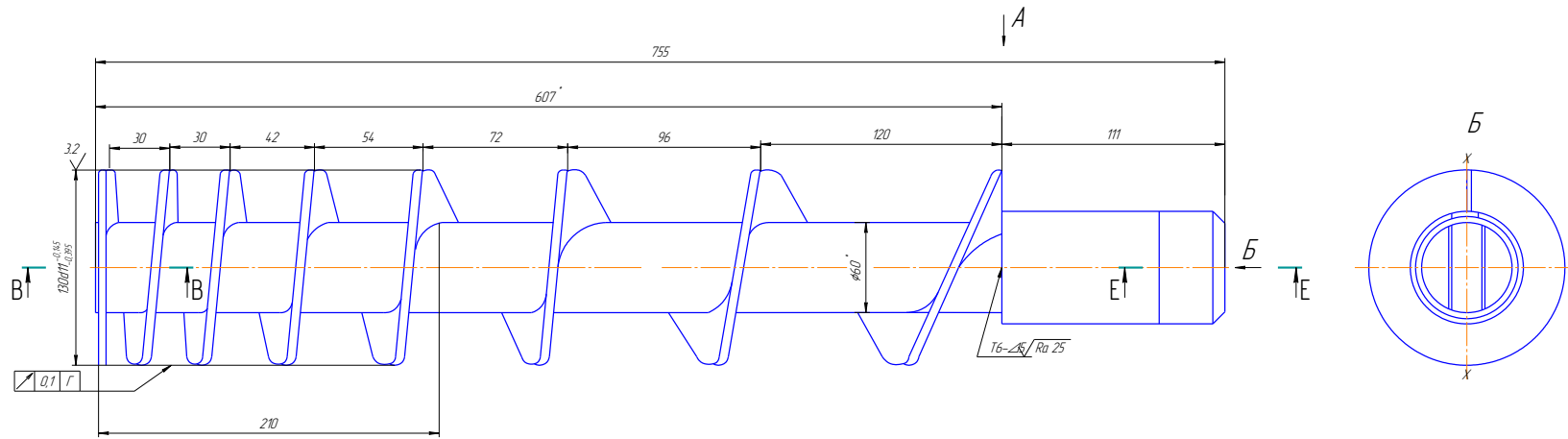
1. Твердість решітки 58 ... 62HRC.
2. *Размір для справок.
3. Невказані граничні відхилення згідно Н14; ±IT 14/2.
4. Маркувати позначення решітки "160Н - 3С" електроерозією, шрифт по - 4 ГОСТ 2930 -62.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Решітка приймальна	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.							0,8	1:1
Проб.						Лист		Листов
Т.контр.								1
И.контр.					Сталь 95Х18 ГОСТ 5632 -72			
Утв.					Копировал			Формат А3

Рис. Г.10. Решітка приймальна вовчка К7-ФВП-160

Продовження додатка Г

3,2 (√)



Позначення	l1	l2	l3	l4	l5	l6	l7
К7-ФВ2М-160.00.040	160±10	128±10	96±10	72±8	56±5	40±5	40±5
-01	110	145	105	75	65	45	-

- *Разміри для довідок
- Початок витка гвинта повинна співпасти з лінійкою х-х (вид Б) шлиця центри.
- Радіальне відтяг зовнішнього діаметра шнека в межах 3-15 мм
- Робоча поверхня шнека повинна бути гладкою, не допускається раковини, гострі краї.
- Повинна бути витримана концентричність зовнішнього діаметра до осі стержня

№	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Мехізмат
Шнек робочий					11	15,2	1,2
					Лист	Листов	Г

Контраст Формат А1

Рис. Г.11. Шнек робочий ваячка К7-ФВП-160

Продовження додатка Г

Додаток Д

Приклади виконання складальних та робочих креслень вовчка К6-ФВЗП-160, його вузлів та деталей

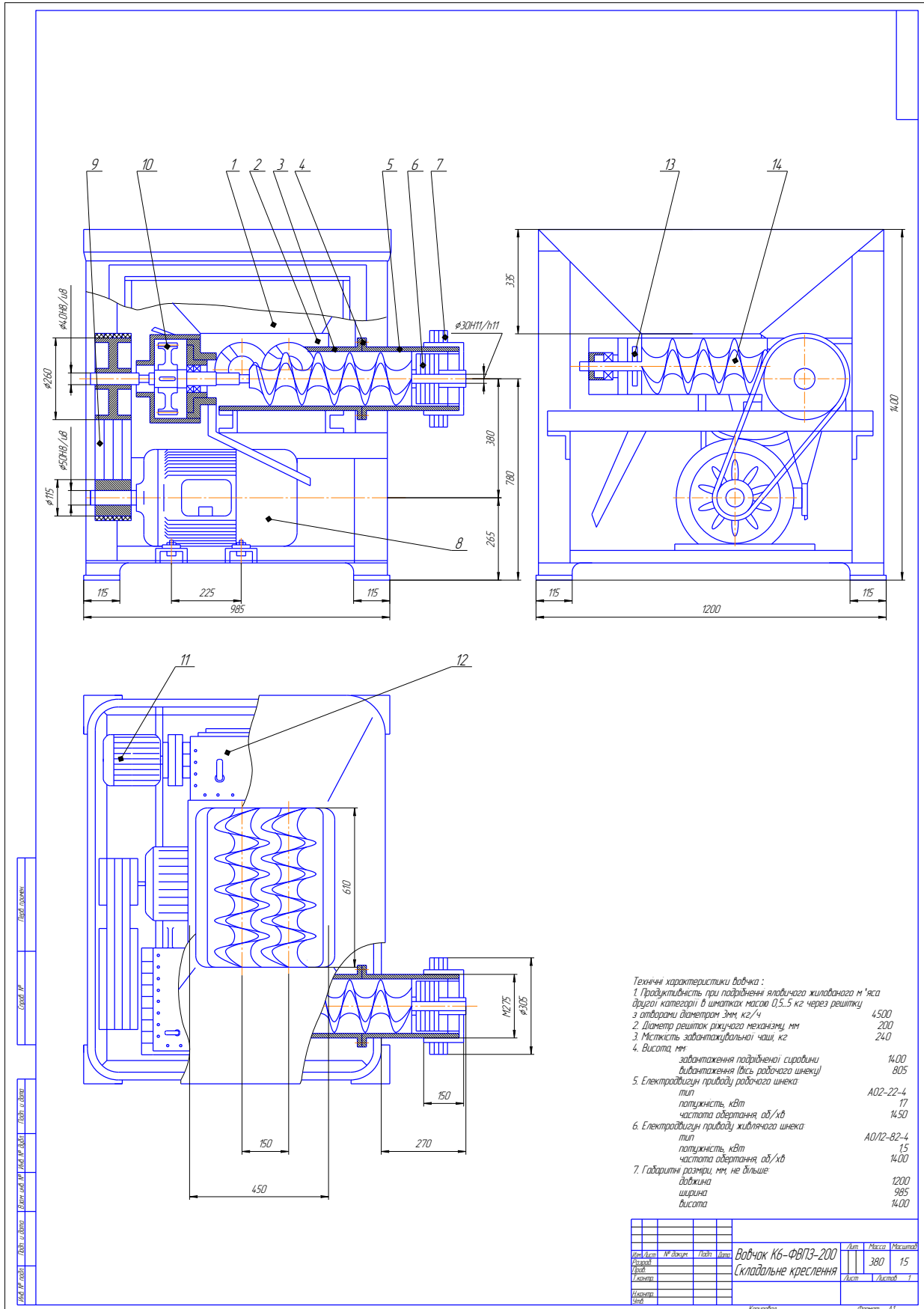
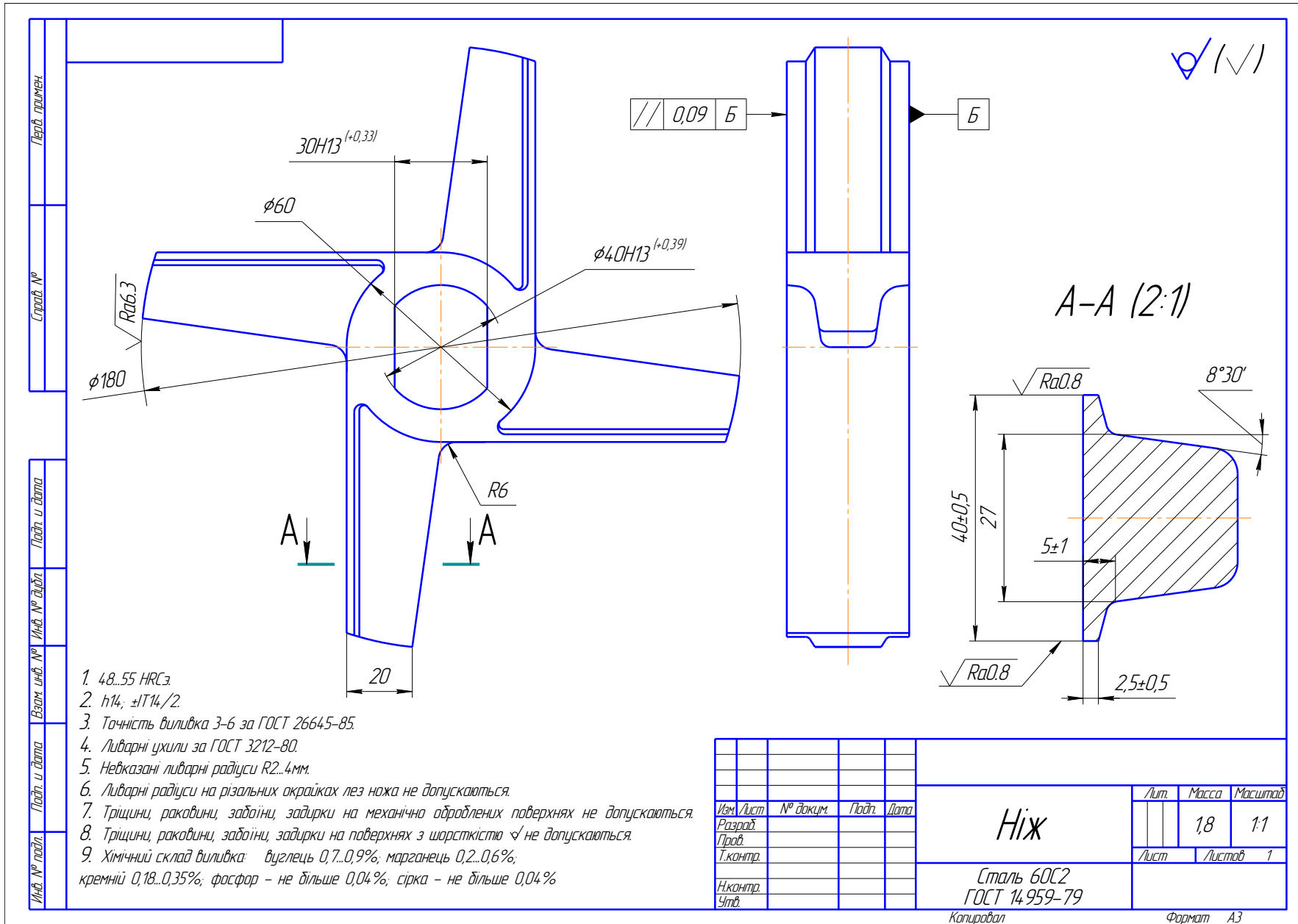


Рис. Д.1. Вовчок К6-ФВЗП-200



Перед. примеч.
 Строч. №
 Подп. и дата
 Инв. № дробл.
 Инв. № дробл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

1. 48...55 HRCз.
2. h14; ±IT14/2
3. Точність виливка 3-6 за ГОСТ 26645-85.
4. Ливарні ухили за ГОСТ 3212-80.
5. Невказані ливарні радіуси R2...4мм.
6. Ливарні радіуси на різальних крайках лез ножа не допускаються.
7. Тріщини, раковини, забоїни, задирки на механічно оброблених поверхнях не допускаються.
8. Тріщини, раковини, забоїни, задирки на поверхнях з шорсткістю \checkmark не допускаються.
9. Хімічний склад виливка: вуглець 0,7...0,9%; марганець 0,2...0,6%, кремній 0,18...0,35%; фосфор - не більше 0,04%; сірка - не більше 0,04%

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ніж	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.							1,8	1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 60С2			
Утв.					ГОСТ 14.959-79			

Копировал
 Формат А3

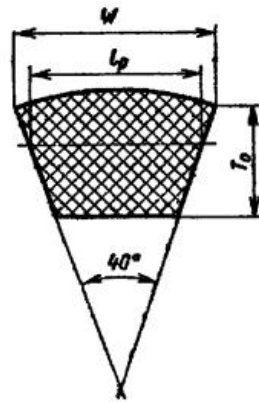
Рис. Д.3. Ніж двосторонній вовчка К6-ФВЗП-200

Продовження додатка Д

Додаток Е

Довідкові дані по розрахунку клинопасової передачі приводу вовчка

Таблиця Е.1 – Клинові паси (за ГОСТ 1284.1-80), розміри, мм



Позначення перерізу ремня	d_1 не менш	l_p	W	T_0	A	L_p	ΔL	Маса одного метра, кг
О	63	8,5	10	6	47	400-2 500	25	0,06
А	90	11,0	13	а	81	560 -4000	33	0,10
Б	125	14,0	17	10,5	133	800-6300	40	0,18
В	200	19,0	22	13,5	230	1800-10000	59	0,30
Г	315	27	32	19,0	476	3150-14000	76	0,60
Д	500	32	38	23,5	692	4500-18000	95	0,90
Б	800	42	50	30,0	1172	6300-18000	120	1,52

Примітки: 1. У графі А вказана площа поперечного перерізу паса, мм²; у графі Δ L—різниця між розрахунковою $L_{\text{дн}}$ внутрішньою $L_{\text{вн}}$ довжиною паса.

2. Стандартний ряд довжин L_p : 400; 450; 500; 560; 630; 710 800; 900; 1000; 120; 1400; 1600; 1800; 2000; 2240; 2500; 2800 3150; 3550; 4000; 4500; 5000; 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10000 11200; 12500; 14000; 16000; 18000.

3. У технічно-обґрунтованих випадках: допускаються проміжні значення L_p : 425; 475; 530; 600; 670; 750; 850; 950; 1060; 1180 1320; 1.500; 1700; 1900; 2120; 2360; 2650; 3000; 3350; 3750; 4250 4750; 5300; 6000; 6700; 7500; 8500; 9500; 10600; 11800; 13200; 15000 17000.

Умовні позначення ременів:

пас перерізу В з розрахунковою довжиною L_p —2500 мм, з кордовою тканиною в шарі, що несе:

Пас В- 2500 Т ГОСТ 1284.1- 80;

те ж, з кордшнуром:

Пас В- 2500ШГОСТ 1284.1-80

Таблиця Е.2 – Номінальна потужність P_0 , кВт, що передається одним клиновим пасом

Переріз паса (довжина L_p , мм)	d_L , мм	i	Частота обертання n_L , хв. ⁻¹						
			400	800	950	1200	1450	1600	2000
О (1320)	71	1,2	0,22	0,39	0,45	0,54	0,63	0,69	0,82
		1,5	0,23	0,40	0,46	0,56	0,66	0,71	0,84
		> 3	0,23	0,42	0,48	0,58	0,68	0,73	0,87
	80	1,2	0,26	0,47	0,55	0,66	0,77	0,84	1,0
		1,5	0,27	0,49	0,56	0,68	0,80	0,86	1,03
		> 3	0,28	0,50	0,58	0,71	0,82	0,89	1,06
	100	1,2	0,36	0,65	0,75	0,92	1,07	1,16	1,39
		1,5	0,37	0,67	0,78	0,95	1,11	1,20	1,43
		> 3	0,38	0,70	0,80	0,98	1,14	1,24	1,48
	112	1,2	0,42	0,76	0,88	1,07	1,25	1,35	1,61
		1,5	0,43	0,78	0,91	1,10	1,29	1,40	1,66
		> 3	0,44	0,81	0,94	1,14	1,33	1,44	1,72
А (1700)	100	1,2	0,50	0,88	1,01	1,22	1,41	1,52	1,65
		1,5	0,52	0,91	1,05	1,25	1,45	1,57	1,71
		> 3	0,53	0,94	1,08	1,30	1,50	1,62	1,76
	125	1,2	0,71	1,28	1,47	1,77	2,06	2,22	2,42
		1,5	0,74	1,32	1,52	1,83	2,13	2,29	2,50
		> 3	0,76	1,36	1,57	1,89	2,19	2,36	2,58
	160	1,2	1,00	1,81	2,09	2,52	2,92	3,14	3,61
		1,5	1,03	1,87	2,15	2,60	3,02	3,24	3,53
		> 3	1,07	1,93	2,22	2,69	3,11	3,35	3,64
	180	1,2	1,16	2,10	2,43	2,93	3,38	3,63	3,94
		1,5	1,20	2,17	2,51	3,03	3,50	3,75	4,07
		> 3	1,24	2,24	2,59	3,12	3,61	3,87	4,19

Переріз ременя (довжина L_p , мм)	d_1 мм	i	Частота обертання n_1 , хв. ⁻¹						
			400	800	950	1200	1450	1600	2000
Б (2240)	140	1,2	1,12	1,95	2,22	2,64	3,01	3,21	3,66
		1,5	1,16	2,01	2,30	2,72	3,10	3,32	3,78
		> 3	1,20	2,08	2,37	2,82	3,21	3,42	3,90
	180	1,2	1,70	3,01	3,45	4,11	4,70	5,01	5,67
		1,5	1,76	3,11	3,56	4,25	4,85	5,17	5,86
		> 3	1,81	3,21	3,67	4,38	5,01	5,34	6,05
	224	1,2	2,32	4,13	4,73	5,63	6,39	6,77	7,55
		1,5	2,40	4,27	4,89	5,81	6,60	7,00	7,80
	Б (2240)	224	> 3	2,47	4,40	5,04	6,00	6,81	7,22
1,2			3,09	5,49	6,26	7,42	8,30	8,69	9,20
280		1,5	3,19	5,67	6,47	7,66	8,57	8,97	9,50
		> 3	3,29	5,85	6,67	7,91	8,84	9,26	9,80

Переріз ремня (довжина L_p , мм)	d_1 мм	i	Частота обертання n_1 , об/хв				
			400	800	950	1200	1450
В (3750)	224	1,2	3,20	5,47	6,18	7,18	7,97
		1,5	3,31	5,65	6,38	7,45	8,23
		> 3	3,41	5,83	6,58	7,69	8,49
	280	1,2	4,63	8,04	9,08	10,49	11,47
		1,5	4,78	8,30	9,37	10,83	11,84
		> 3	4,93	8,57	9,67	11,17	12,22
	355	1,2	6,47	11,19	12,55	14,23	15,10
		1,5	6,69	11,56	12,95	14,70	15,59
		> 3	6,90	11,92	13,36	15,16	16,09
	450	1,2	8,77	14,76	16,29	17,75	—
		1,5	9,05	15,24	16,82	18,33	—
		> 3	9,34	15,72	17,35	18,91	—
Г (6000)	400	1,2	12,25	19,75	21,46	22,68	—
		1,5	12,64	20,40	22,16	23,42	—
		> 3	13,04	21,04	22,86	24,16	—
	560	1,2	20,27	31,62	33,21	—	—
		1,5	20,93	32,65	34,30	—	—
		> 3	21,59	33,68	35,38	—	—
	710	1,2	27,23	39,44	38,90	—	—
		1,5	28,12	40,73	40,17	—	—
		> 3	29,01	42,02	41,44	—	—
Д (7100)	560	1,2	24,07	31,62	33,21	—	—
		1,5	24,85	32,65	34,30	—	—
		> 3	25,64	33,68	35,38	—	—
	710	1,2	34,05	39,44	38,90	—	—
		1,5	35,17	40,73	40,17	—	—
		> 3	36,28	42,02	41,44	—	—

Таблиця Е.3 – Значення коефіцієнта C_L для клинових пасів

L_p, mm	Переріз паса					
	О	А	Б	В	Г	Д
400	0,79					
500	0,81					
560	0,82	0,79				
710	0,86	0,83				
900	0,92	0,87	0,82			
1000	0,95	0,90	0,85			
1250	0,98	0,93	0,88			
1500	1,03	0,98	0,92			
1800	1,06	1,01	0,95	0,86		
2000	1,08	1,03	0,98	0,88		
2240	1,10	1,06	1,00	0,91		
2500	1,30	1,09	1,03	0,93		
2800	—	1,11	1,05	0,95		
3150	—	1,13	1,07	0,97	0,86	
4000	—	1,17	1,13	1,02	0,91	
4750	—	—	1,17	1,06	0,95	0,91
5300	—	—	1,19	1,08	0,97	0,94
6300	—	—	1,23	1,12	1,01	0,97
7500	—	—	—	1,16	1,05	1,01
9000	—	—	—	1,21	1,09	1,05
10000	—	—	—	1,23	1,11	1,07

Таблиця Е.4 – Значення C_p для клинопасових передач від двигунів змінного струму загально-промислового застосування

Режим роботи; короткочасне навантаження, % від номінальної	Типи машин	C_p при числі змін		
		1	2	3
Легкий; 120	Конвеєри стрічкові; насоси і компресори відцентрові; токарні і шліфувальні верстати	1,0	1,1	1,4
Середній; 150	Конвеєри ланцюгові; елеватори; компресори і насоси поршневі; верстати фрезерні; пили дискові	1,1	1,2	1,5
Важкий; 200	Конвеєри скребкові, шнеки; верстати стругальні і довбальні; преси; машини для брикетування кормів; деревообробні	1,2	1,3	1,6

Таблиця Е.5 – Електродвигуни асинхронні серії 4А, закриті, що обдуваються (за ГОСТ 19523-81)

Потужність, кВт	Синхронна частота обертання, хв. ⁻¹					
	3000			1500		
	Типорозмір	<i>s</i> , %	T_{II}/T_H	Типорозмір	<i>s</i> , %	T_{II}/T_H
0,55	63B2	8,5	2,0	71A4	7,3	2,0
0,75	71A2	5,9		71B4	7,5	
1,1	71B2	6,3		80A4	5,4	
1,5	80A2	4,2		80B4	5,8	
2,2	80B2	4,3		90L4	5,1	
3,0	90L2	4,3		100S4	4,4	
4,0	100S2	3,3		100L4	4,7	
5,5	100L2	3,4		112M4	3,7	
7,5	112M2	2,5		132S4	3,0	
11,0	132M2	2,3		1,6	132M4	
15	160S2	2,1	1,4	160S4	2,3	1,4
18,5	160M2	2,1		160M4	2,2	
22	180S2	2,0		180S4	2,0	
30	180M2	1,9		180M4	1,9	
37	200M2	1,9		200M4	1,7	
45	200L2	1,8		200LA	1,6	
55	225M2	1,8	1,2	225M4	1,4	1,2
75	250S2	1,4		250S4	1,2	
90	250M2	1,4		250M4	1,3	
110	280S2	2,0		280S4	2,3	

Потужність, кВт	Синхронна частота обертання, хв. ⁻¹						
	1000			750			
	Типорозмір	<i>s</i> , %	T _п /T _н	Типорозмір	<i>s</i> , %	T _п /T _н	
0,55	71В6	10	2,0	80В8	9	1,6	
0,75	80А6	8,4		90LА8	8,4		
1,1	80В6	8,0		90Lb8	7,0		
1,5	90L6	6,4		100Lд8	7,0		
2,2	100L6	5,1		112МА8	6,0	1,8	
3,0	112МА6	4,7		112М8	5,8		
4,0	112МВ6	5,1		132S8	4,1		
5,5	132S2	3,3		132М8	4,1		
7,5	132М6	3,2		1,2	160S8	2,5	1,4
11,0	160S6	2,7			160М8	2,5	1,2
15	160М6	2,6	180М8		2,5		
18,5	180М6	2,7	200М8		2,3		
22	200М6	2,8	200L8		2,7		
30	200L6	2,1	225М8		1,8		
37	225М6	1,8	250S8		1,5		
45	250S6	1,4	250М8		1,4	1,0	
55	250М6	1,3	280S8		2,2		
75	280S6	2,0	280М8		2,2		
90	280М6	2,0	315S8	2,0			
110	315S6	2,0		315М8	2,0		

Примітка. Приклад умовного позначення електродвигуна потужністю 11 кВт, синхронна частота обертання 1500 хв.⁻¹: „Електродвигун 4А132М4У3”.

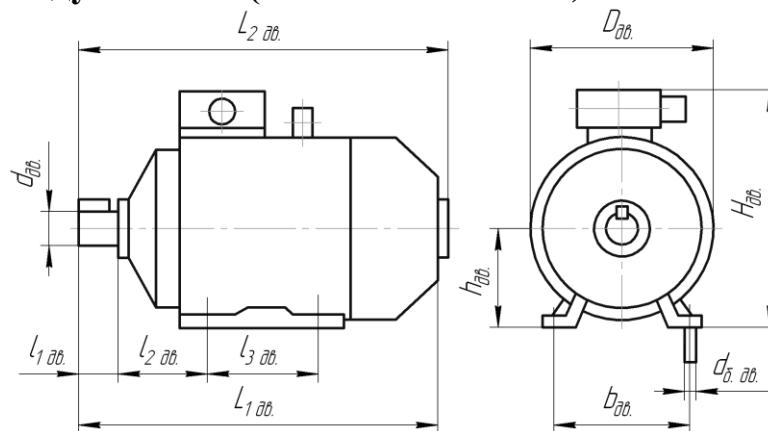
Значення символів в умовних позначеннях: цифра „4” вказує порядковий номер серії, буква А – род двигуна - асинхронний.

Наступні за буквою А числа (дво- або трьох-значні) відповідають висоті осі обертання, мм; букви L, S, і М відносяться до установчих розмірів по довжині станини; букви А і В – умовні позначення довжини сердечника статора.

Цифри 2, 4, 6 і 8 означають кількість полюсів. Останні два знаки У3 вказують, що двигун призначений для експлуатації в зоні помірного клімату.

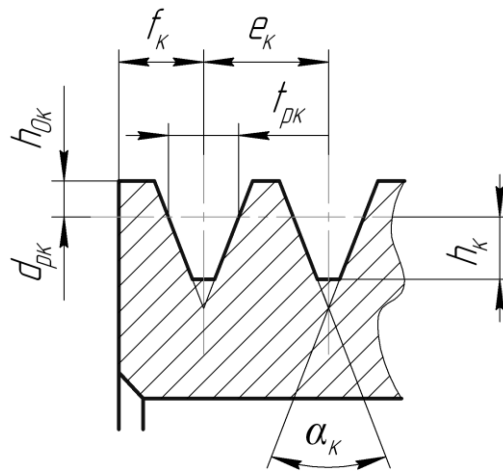
В графі *s* вказане ковзання, %; в графі T_п/T_н надані значення відношення величин пускового і номінального обертових моментів.

Таблиця Е.6 – Габарити електродвигунів асинхронних серії 4А, закритих, що обдуваються (за ГОСТ 19523-81)



Типо-розмір	Кількість полюсів	Габаритні розміри, мм				Установочні розміри, мм					
		$L_{1об}$	$L_{2об}$	$H_{об}$	$D_{об}$	$d_{об}$	$l_{1об}$	$l_{2об}$	$l_{3об}$	$b_{об}$	$d_{б. об}$
4АА50	2; 4	174	198	142	112	9	20	32	63	80	5,8
4АА56	2; 4	194	221	152	128	11	23	36	71	90	5,8
4АА63	2; 4; 6; 8	216	250	164	138	14	30	40	80	100	7
4А71	2; 4; 6; 8	285	330	201	170	19	40	45	90	112	7
4А80А		300	355	218	186	22	50	50	100	125	10
4А80В		320	375								
4А90L		350	405	243	208	24	50	56	125	140	10
4А100S	2; 4; 6; 8	365	427	265	235	28	60	63	132	160	12
4А100L		395	457	280					140		
4А112M		452	534	310	260	32	80	70	140	190	12
4А132S		480	560	350	302	38	80	89	178	216	12
4А132M		530	610								
4А160S	2	624	737	430	358	42	110	108	178	254	15
	4; 6; 8										
4А160M	2	667	780	470	410	42	110	121	203	279	
	4; 6; 8										
4А180S	2	662	778	470	410	48	110	121	241	279	
	4; 6; 8										
4А180M	2	702	818	470	410	48	110	121	241	279	
	4; 6; 8										
4А200M	2	760	875	535	450	55	110	133	267	318	19
	4; 6; 8	780	905			60	140	133			
4А200L	2	800	915	535	450	55	110	133	305	318	19
	4; 6; 8	830	945			60	140				
4А225M	2	810	925	575	491	55	110	149	311	356	19
	4; 6; 8	840	985			65	140				
4А250S	2	915	106	610	554	65	140	168	311	406	19
	4; 6; 8		0			75					
4А250M	2	995	110	610	554	65	140	168	349	406	24
	4; 6; 8		0			75					

Таблиця Е.7 – Канавки шківів клинопасових передач, розміри, мм



Пас	Розміри канавок					Кути профілю канавок α_k			
	t_k	h_k	h_{0k}	f_k	e_k	34°	36°	38°	40°
Переріз						d_{pk}			
О	8,5	7,0	2,5	8,0	12,0	63-71	80-100	112-160	≥ 180 ,
А	11,0	8,7	3,3	10,0	15,0	90-112	125-160	180-400	≥ 450
Б	14,0	10,8	4,2	12,5	19,0	125-160	180-224	250-500	≥ 560
В	19,0	14,3	5,7	17,0	25,5	200-315	200-315	355-630	≥ 710
Г	27,0	19,9	8,1	24,0	37,0		315-450	500 - 900	≥ 1000
Д	32,0	23,4	9,6	29,0	41,5		500-560	630-1120	≥ 1250

Примітка. Ширина обода шківів $B_{ш} = (z_n - 1)e_k + 2f_k$, де z_n - кількість пасів в передачі.

Додаток Є
Копії охоронних документів на розроблені авторами конструкції
деталей та вузлів вовчка









УКРАЇНА

UKRAINE



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 51557

ПРИЙМАЛЬНА РЕШІТКА ВОВЧКА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **26.07.2010**.

Голова Державного департаменту інтелектуальної власності

М.В. Паладій



Навчальне видання

Некоз Олександр Іванович,
Батраченко Олександр Вікторович

ПРОЕКТУВАННЯ
М'ЯСОРИЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

В авторській редакції

Технічний редактор *Салина Л. М.*
Макетування *Костенко Т. В.*
Дизайн обкладинки *Коваль Б. О.*

Формат 70x100 1/8. Папір оф. Гарн. Times New Roman.
Ум. друк. арк. 26,01. Обл.-вид. арк. 15,03. Наклад 300 прим. Зам. № 14-0065.

Черкаський державний технологічний університет
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 896 від 16.04.2002 р.

Надруковано в редакційно-видавничому центрі ЧДТУ
бульвар Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006.

О.І. Некоз, О.В. Батраченко

ПРОЕКТУВАННЯ М'ЯСОРИЗАЛЬНИХ ВОВЧКІВ



Навчальний посібник