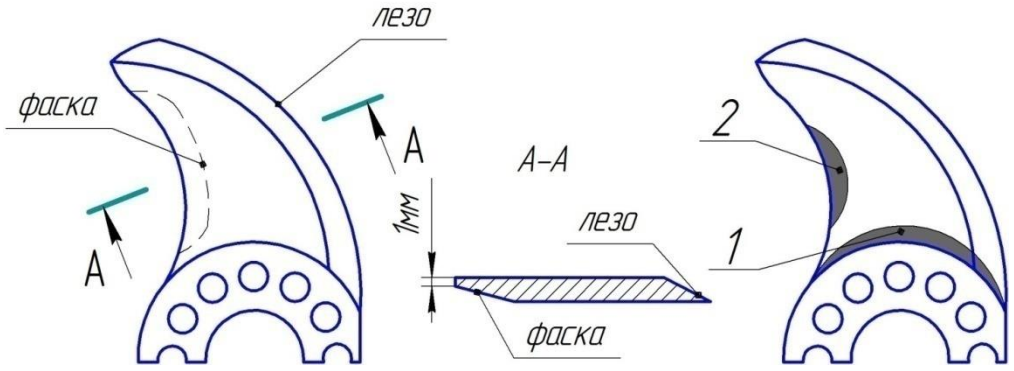
ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ НОЖІВ КУТЕРА

Батраченко О. В., доктор технічних наук, доц.

Черкаський державний технологічний університет

В більшості технологічних ліній по виготовленню ковбасних виробів використовуються кутери - машини періодичної дії зі швидкообертовими ножами. Ефективність їх роботи та надійність залежить від багатьох чинників, зокрема, від довговічності різального інструменту, ножів. Вона, в свою чергу, визначається низкою факторів, одним з яких є конструктивне виконання. Відомо, що значна кількість суперечливих вимог, які висуваються до конструкції ножів кутера, не дозволяє істотно підвищити їх міцність конструктивним шляхом не погіршивши ефективність їх роботи. Результати досліджень, наведені нижче, розкривають один із резервів суттєвого підвищення міцності ножів кутера шляхом внесення незначних змін в їх конструкцію.

Ніж кутера має характерну геометричну форму і складається з посадочної та робочої частин. В контексті даної роботи виділимо в його конструкції лезо та фаску (рис. 1). Лезо призначене для подрібнення сировини при прямому обертанні ножів на робочій швидкості, а фаска призначена для перемішування сировини при реверсному обертанні ножів на повільній швидкості. Відомо, що ніж кутера має характерні зони найбільшої концентрації напружень, розташування яких показано на рис. 1, б. Обґрунтованим є припущення про ослаблення ножа кутера в найбільш напруженій зоні 2 фаскою. Актуальним є дослідження ролі фаски в процесі перемішування сировини та у формуванні напруженого стану ножа кутера.



а) б)

Рис. 1. Конструкція ножа кутера (а) та розташування зон 1 і 2 найбільшої концентрації напружень в ножі (б)

Досліджувалась ефективність перемішування м’ясної емульсії ножами кутера, а також залежність міцності ножів від наявності чи відсутності фаски.

Для дослідження процесу перемішування сировини було обрано вакуумний кутер Laska KR-330-2V з об’ємом чаші 330 л. Використовувалась

високошвидкісна відеозйомка процесу перемішування м'ясної емульсії ножами ножової головки. При цьому застосовувалось наступне обладнання: цифрова відеокамера Sony FS700; рекордер Odyssey 7Q Convergent Design; об'єктив Sony SEL-18200 OSS; штатив Manfrotto TR 546 B; LCD відеомонітор 9,7" Lilliput 969 A/O/P. Даний комплект обладнання дозволяє проводити відеозйомку зі швидкістю 960 кадрів за секунду. Після зйомки отриманий відео файл аналізувався за допомогою персонального комп'ютера та відповідного програмного забезпечення.

Було встановлено наступний характер руху м'ясної емульсії при її перемішування ножами кутера з частотою 12,5 $с^{-1}$ (750 $хв^{-1}$). Ніж при своєму обертовому русі дещо зміщує сировину фаскою в напрямку, перпендикулярному до поверхні фаски зі швидкістю $v_{фаски}$ на величину $S_{фаски}$ висоти фаски $h_{фаски}$: $S_{фаски}=h_{фаски}$.

В той же час, завдяки дії сил адгезії значні шари сировини залучаються до руху верхньою і нижньою поверхнями ножа за ножем. При цьому вони досить активно турбулізуються за тілом ножа. Внаслідок зазначеного шари сировини набувають підвищених швидкостей $v_{лінійне}$ та $v_{турб}$ та зміщуються на величини $S_{лінійне}$ та $S_{турб}$, перемішуючись при цьому. Значення переміщень співвідносяться наступним чином: $S_{фаски} < S_{лінійне}, S_{турб}$. На рис. 2 наведено спрощену схему руху м'ясної емульсії при її перемішуванні ножем кутера.

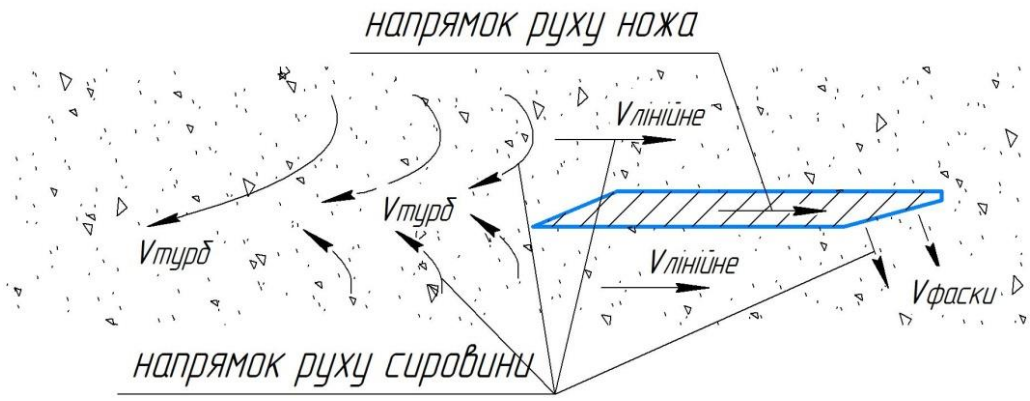


Рис. 2. Схема руху м'ясної емульсії при її перемішуванні ножем кутера

Зважаючи на розкриті особливості процесу перемішування сировини ножем кутера, можна констатувати, що використання фаски з цією метою є не раціональним. В цьому сенсі і з урахуванням розташування характерних зон концентрації напружень в ножі (рис. 1) цікавим є визначення внеску фаски у зміну напруженого стану ножа.

Дослідження міцності ножів проводилось чисельними методами за допомогою програмного комплексу SolidWorks із використанням модуля Simulation. Для досліджень було обрано 6 типів конструкцій ножів (рис. 3), які найчастіше використовуються в сучасних моделях кутерів.

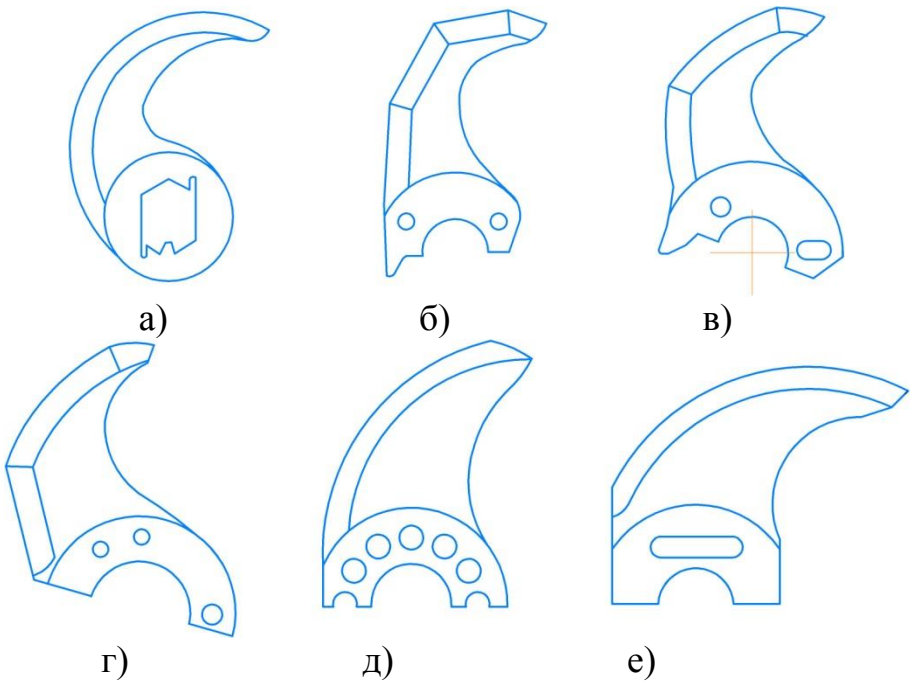


Рис. 3. Схеми конструкцій ножів: а) – Seydelmann; б) – Laska I; в) - Laska II; г) - Kilia; д) - Alpina; е) - Л5-ФКБ

Результати моделювання напруженого стану ножів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Залежність напружень в ножі від наявності фаски

Модель ножа	Максимальні напруження в ножі в зоні 2, МПа		Зміна максимальних напружень в зоні 2 при наявності фаски, %
	з фаскою	без фаски	
Seydelmann	409	371	+10,2
Laska I	260	217	+19,8
Laska II	290	223	+30,0
Kilia	89	95	-7,0
Alpina	78	77	+1,3
Л5-ФКБ	132	120	+10,0

Встановлено, що наявність фаски обумовлює підвищення напружень в найбільш напруженій зоні ножа (зоні 2) на величину до 30%. Ножам з лезами більшої кривизни (Laska II, Laska I, Seydelmann) відповідає більше підвищення напружень в зоні 2.

Взявши до уваги вищенаведене, нами пропонується відмовитись від використання фаски на задній грані ножів кутера. Це дозволить суттєво (до 30%) підвищити статичну, а відтак і втомну міцність ножів, без погіршення ефективності процесу перемішування фаршів.