

ЕТ ҰСАҚТАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАМАЛЫ КУТТЕРЛІК ПЫШАҚТАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Б.Б. КАБУЛОВ , Г.Б. АБДИЛОВА *, А.Б. БАКИЕВА ,
Г.А. ЖУМАДИЛОВА , А.Б. ҚАСЕН 

(«Шәкәрім университеті» ҚеАҚ,
071412, Семей қаласы, Глинка көшесі, 20А)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: abdilova1979@bk.ru

Мақала ет ұсақтауға арналған құрамалы куттерлік пышақтарды зерттеуге арналған. Кез келген өнімге механикалық әсер ету түрінің нәтижесінде оның физикалық қасиеттері (бұлшықет тінінің құрылымы, тығыздығы, консистенциясы, түсі және т.б.) мен технологиялық көрсеткіштері (су ұстау қабілеті, эмульгирлеу қабілеті, ақуызды экстракциялау қабілеті және т.б.) өзгереді. Ұсақтауда денелердің қажетті өлшемдерін алу үшін өнімге белгілі бір мөлшерде пайдалы энергия әсер етуі керек, ол бөліктердің өлшемдерін азайту үшін материалдың беріктігін жеңуге және оның құрылымын бұзуға жұмсалады. Ұсақтауда шикізат кезең бойынша ірі, орташа, майда және өте майда ұсақтаудан өтеді. Ет шикізатын орташа ұсақтау үшін еттартқыштар мен өндірістік еттартқыштар, ал майда және өте майда ұсақтау үшін куттер, куттер-араластырғыш, майда ұсақтауға арналған машиналар қолданылады. Куттерлерде ұсақтау көбінесе орақ тәріздес пышақтар арқылы іске асады. Бұл процесс кезінде пышаққа үйкеліс, майыстыру, соғу, діріл және т.б. күштер әсер етеді. Куттерлік пышақтардың тозуға төзімділігін арттыру үшін құрамалы пышақ жетілдірілген. Пышақтар қалыңдығы мен қаттылығы әртүрлі болаттан жасалған табақшалар жиынтығын қолдану есебінен талап етілетін қасиеттерін сақтай отырып, мәлімделген құрамалы пышақтармен кесілген ұсақ тартылған еттің жоғары сапасын қамтамасыз ету болып табылады. Табақшалардың әртүрлі қаттылығымен құрамалы куттерлік пышақтардың құрылымы тартылған еттің ұсақтау сапасын жақсартып, пышақтың көпқабатты құрылымын пайдалану арқылы оның тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырады.

Негізгі сөздер: тартылған ет, ұсақтағыш, еттартқыш, куттер, құрамалы пышақ.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВНЫХ КУТТЕРНЫХ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА

Б.Б. КАБУЛОВ, Г.Б. АБДИЛОВА, А.Б. БАКИЕВА, Г.А. ЖУМАДИЛОВА, А.Б. ҚАСЕН

(НАО «Шәкәрім университет»,
071412, город Семей, улица Глинки, 20А)

Электронная почта автора-корреспондента: abdilova1979@bk.ru

Статья посвящена исследованию составных куттерных ножей для резания мяса. В результате механического воздействия на любой продукт изменяются его физические свойства (структура мышечной ткани, плотность, консистенция, цвет и т.д.) и технологические показатели (влагоудерживающая способность, эмульгирующая способность, экстрагируемость белков и т.д.). Для того, чтобы получить необходимые размеры частиц при измельчении, продукт должен быть подвергнут воздействию определенного количества полезной энергии, которая затрачивается на преодоление прочности материала и разрушение его структуры с целью уменьшения размеров частиц. При измельчении сырье проходит стадии крупного, среднего, мелкого и очень мелкого измельчения. Для среднего измельчения мясного сырья используются мясорубки и волчки, а для мелкого и тонкого измельчения - куттер, куттер-мешалка, машины для тонкого измельчения. У куттеров измельчение часто осуществляется с помощью ножей серповидной формы. Во время этого процесса на нож действуют силы трения, изгиба, удара, вибрации и т. д. Для повышения износостойкости куттерных

ножей разработан составной куттерный нож. Ножи обеспечивают высокое качество тонкоизмельченного фарша, сохраняя требуемые свойства за счет использования набора пластин из стали различной толщины и твердости. Конструкция куттерных ножей с различной твердостью пластин улучшает качество измельчения фарша, увеличивает его износостойкость и срок службы за счет использования многослойной структуры лезвия.

Ключевые слова: фарш, измельчитель, мясорубка, куттер, составной нож.

RESEARCH OF COMPOSITE CUTTER KNIVES FOR MEAT GRINDING

B.B. KABULOV, G.B. ABDILOVA, A.B. BAKIYEVA, G.A. ZHUMADILOVA, A. KASSEN

(NAO «Shakarim University»,
071412, Semey city, Glinka Street, 20A)
Corresponding author's email: abdilova1979@bk.ru

The article is devoted to the research of composite cutter knives for grinding meat. As a result of mechanical action on any product, its physical properties (muscle tissue structure, density, consistency, color, etc.) and technological parameters (water-holding capacity, emulsifying capacity, protein extractability, etc.) change. In order to obtain the necessary particle sizes during grinding, the product must be exposed to a certain amount of useful energy, which is spent on overcoming the strength of the material and destroying its structure in order to reduce the particle sizes. During grinding, the raw materials go through the stages of coarse, medium, fine and very fine grinding. For medium grinding of meat raw materials, meat grinders and spinning tops are used, and for fine and fine grinding, a cutter, a cutter mixer, and fine grinding machines. For cutters, chopping is often carried out using crescent-shaped knives. During this process, the knife is affected by the forces of friction, bending, impact, vibration, etc. To increase the wear resistance of cutter knives, a composite cutter knife has been developed. The knives provide high-quality finely ground minced meat, while maintaining the required properties through the use of a set of steel plates of various thicknesses and hardness. The design of cutter knives with different plate hardness improves the quality of minced meat grinding, increases its wear resistance and service life through the use of a multilayer blade structure.

Keywords: minced meat, grinder, meat mincer, cutter, composite knife.

Kіpіcne

Кез келген өнімге механикалық әсер ету түрінің (ұсақтау, араластыру, үйкелу, кесу және т.б.) нәтижесінде оның физикалық қасиеттері мен технологиялық көрсеткіштері өзгереді. Ұсақтауда денелердің қажетті өлшемдерін алу үшін өнімге пайдалы энергияның белгілі бір санын беру керек, ол бұл өнімнің сапасын өзгертуге мүмкіндік береді. Жалпы энергияның басқа бір бөлігі кедергі және үйкеліс күштеріне шығындалып жылу энергиясына түрленеді.

Ірі ұсақталған ет өнімдеріндегі қатты заттарға сүйек сынықтары немесе сүйек қалдықтары, шеміршек және тығыз сіңірлері кіруі мүмкін; мұның бәрі қажетсіз заттар болып саналады және ұсақтау кезінде ірі денелерді жою жүйелерін қолдану арқылы түзетілуі мүмкін. Бұл жұмыс [1] денелерді тартылған еттен бөлу принциптерін, денелерді бөлу процесінің тиімділігіне әсер ететін факторларды, сондай-ақ кейбір денелерді жою үшін қолжетімді

жүйелерін қарастырады. Сүйектер мен сіңірлердің бастапқы құрамы, май мөлшері, температура, ұсақтау алдындағы өнімнің мөлшері және ұсақтау пышағының құрылысы сияқты өнім мен өңдеу параметрлері денелерді тиімді жою үшін маңызды болып саналады.

Ұсақтауда шикізат кезең бойынша ірі, орташа, майда және өте майда ұсақтаудан өтеді. Шикізатты майда ұсақтауда дайын өнімдердің сапасына ұсақтағыштың түрі (куттер, куттер-араластырғыш, жұқа майдалауға арналған агрегат және т.б.) әсер етеді [2]. Бұл ұсақталатын өнімнің оңтайлы құрылымдық-механикалық қасиеттеріне (ҚМҚ) жету уақытымен түсіндіріледі, бірақ барлық машиналарда ұсақтау процестері ұқсас және олар кинематикалық сипаттамаға Ω байланысты. Жұқа майдалауда ҚМҚ тез өзгеріп, соның нәтижесінде ұлпаның физика-механикалық бұзылуымен қатар химиялық өзгерістер пайда болады. Етті куттерлеу процесінде жасушалардың ұсақтауы су мен жалпы

бетінің байланысын арттыруға, ақуыздың босатуына, байланыстырылған ылғалдың көбеюіне және су мен тартылған еттің байланыс түрлерінің өзгеруіне әкеліп соғады. Сонымен қатар кесу аймағында температурасы жоғарлайды, ол ақуыздың денатурациясына жеткізуі мүмкін. Сондықтан куттерлеу процесін жүргізгенде суық су мен мұз қосады.

Еттартқыштар – ет өнеркәсібінде ет ұсақтауға арналған ең көп қолданылатын машиналар. Дегенмен, еттартқыштардың көпшілігінде ұсақтау процесі өнімдер мен шикізатқа қойылатын нақты талаптарға бейімделмеген, бұл кесу сапасының жеткіліксіздігіне әкеледі. Бұл жұмыстың мақсаты [3] қажетті кесу процестерін сипаттау болып табылады: жабдық пен шикізатқа негізделген қысу, үйкеліс, ұсақтау және ығысу (кесу жылдамдығы, қысым, тор тесіктерінің диаметрі, мал түрі, мата түрі, температура, талшық бағыты және үлгі өлшемі). Warner-Bratzler компаниясының пышағы мен пышақ табақшасы жүйесін пайдаланып кесу кезінде алынған нәтижелер ұсақтау процестерінде жетілдірілген модельдің қолданылуын растайды. Жоғары кесу жылдамдығында қысу мен сыну коэффициентінің жоғарылауына байланысты ұсақтағыштың энергия тұтынуы да артады.

Көптеген ет өнімдерін өндірудегі маңызды операциялардың бірі ұсақтау, әсіресе еттартқыштар мен өндірістік еттартқыштар жатады. Еттартқыштар айналмалы пышақтар принципі бойынша жұмыс істейді. Кесу кезінде ет кесектерін сығу, үйкелу және ұсақтау үшін қажетті күш пен жұмысты сипаттайтын модель жасалды. Бұл модельді еттартқыштардың жұмыс жағдайлары үшін қолдану көрсетілген. Табақша-пышақ жүйесінің нәтижелері пластинадағы бұрғыланған тесіктердің қысымы мен диаметрінің жоғарылауымен қысу мен үйкелістің жоғарылағанын көрсетеді. Деформация энергиясы үшін қысымның жоғарылауымен жоғарылау және бұрғыланған тесіктердің диаметрінің ұлғаюымен төмендеу анықталды [4].

Өндірістік еттартқыштардың құрылысы мен жұмыс істеу принципі ет мөлшерінің азаюына көп әсер етпеуі керек. Бұл жұмыста [5] еттартқыштағы ұсақтау процесінің инженерлік есебі келтірілген. Тәжірибелік еттартқыш мыналардан тұрады: қанқа, шнек, редуктор, электрқозғалтқыш, сына белдікті

беріліс, корпус, шанақ және кесуші механизм. Есептеу алгоритмі ұсақтау процесі пластиналардың ауданын пайдалану коэффициентін, кесу қабілетін және жабдықтардың қажетті қуатты анықтауды қамтиды. Сонымен қатар, еттартқыштың кесуші механизміне арналған әртүрлі пышақтар мен торлар жасалынды [6]. Тартылған еттің құрылымдық-механикалық сипаттамаларын және еттартқыштың энергетикалық сипаттамаларын анықтау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізілді [7].

Ет эмульсияларын өндіруге арналған дәстүрлі жабдық үзіліссіз жұмыс циклі бар ұсақтағыштар. Бұл зерттеудің мақсаты ұсақтағыштардың жұмыс принципі негізінде жұқа эмульсия түрінде ет қамырын өндіруге қабілетті үздіксіз жұмыс істейтін жабдықты жетілдіру болды [8]. Мәселені шешу үшін алдымен алдын ала ұсақтау және нақты эмульсия процесі үшін екі түрлі жетек механизмін пайдалану керек. Сонымен қатар, эмульсия жүйесі үшін пышақ-тәрелке конфигурациясын таңдау керек. Процесті сипаттау және практикалық реттеу үшін ет қамырының граммына байланысты пышақтың айналу санында көрсетілген энергия шығындарын анықтауға болады.

Бұл жұмыс [9] тартылған етті ұсақтау бойынша ағымдағы және бұрынғы зерттеулерге шолу жасайды. Ұсақтағышта жұмыс істейтін күштер жақсы зерттелген. Ұсақтау кезінде етке әсер ететін күштер неғұрлым жоғары болса, процестен кейін ет жасушаларының ыдырауы соғұрлым күшті болады. Бұл күштерді меншікті механикалық энергияны қолдана отырып, ұсақтағыштардағы энергияны беру ретінде есептеуге болады. Жасушалардың бұзылу дәрежесін сипаттау үшін зақымдалмаған жасушалардың санын пайдалануға болады.

Куттерлеу процесі – ет шикізатын майда ұсақтаудың түрі. Ол үш кезеңнен тұрады. Бірінші кезең (дайындау-бастапқы) 60÷180 с жүреді, ҚМҚ шамалары төмендейді, бұлшық ет ұлпалары жылдам ұсақталады (мөлшері 4÷5 есе), бөлу беті тез өседі, бірақ қосылған су мен мұз байланысып үлгермейді, тартылған еттің ҚМҚ төмендейді. Куттерлеу процесі куттер мен куттер-араластырғыштарда іске асады [10].

А.И. Пелеев [11] жабысқақтық пен куттерлеу ұзақтылығы арасындағы тәуелділікті келтірді:

$$C = C_0 \cdot e^{a \cdot \tau^2 + b \cdot \tau}, \quad (1)$$

мұндағы: C_0 және C – тартылған еттің бастапқы және соңғы жабысқақтығы; a және b – шикізат пен тартылған ет түрінен және куттерлеу қарқындылығына байланысты тұрақтылар; τ – куттерлеу ұзақтылығы, с.

ФЛП тартылған ет даярлау агрегатын сынақтан өткізгенде куттердің үш типті кесуші аспаптар жұмысының талдауы жүгізілді: орақ тәріздес, тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес. Бұл кезде куттердің пышақты білігінің айналу жиілігі 104,7 және 157 рад/с, куттерлеу ұзақтылығы 60, 120 мен 180 с болды. Тартылған етті механикалық өңдеу сапасын ҚМК (тұтқырлық, ШЫҚ, кесуші кернеу) және де өңделген шұжықтың кесуші кернеуінің шамасы мен олардың органолептикалық көрсеткіштері бойынша бағалады. Тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен куттерлеуде, 157 рад/с пышақты біліктің айналу жылдамдығында тартылған еттен жасалған шұжық үлгілерінде жақсы реологиялық және органолептикалық көрсеткіштері бар болды. Тура және екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен куттерлеуде кәдімгі орақ тәріздес пышақ арқылы куттерлеумен салыстырғанда энергетикалық көрсеткіштері 10% төмен болды. Сонымен қатар, онаша эксперименттерде зерттеушілер қуаттың бірдей шығынында тура пышақпен куттерлеуге қарағанда 157 рад/с айналу жиілігінде екі кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақпен де тартылған ет пен дайын өнімнің өте жақсы реологиялық көрсеткіштерімен алды [12]. Кесу жылдамдығы өскен сайын тартылған ет пен дайын өнімнің реологиялық және де басқа

көрсеткіштеріне кесуші аспаптар пішінінің әсері жоғарлайды. Ұсақтаудың жақсы сапасы мен энергия шығының төмендеуі төрт кескіш жүздерімен орақ тәріздес пышақтардың жұмысында байқалды, олар кәдімгі орақ тәріздес пышақтармен салыстырғанда белгілі бір бұрышпен жасалған.

Куттер пышақтарының әртүрлі кесу жылдамдығы мен куттерлеу ұзақтығындағы тартылған еттің реологиялық қасиеттерінің зерттеулері: кесу жылдамдығы өскен сайын тартылған еттің тұтқырлығы жоғарлайтындығын көрсетті. Бұл кезде ұсақтауға кететін энергияның жалпы шығыны куттерлеу ұзақтылығы азайғанда да өскен жоқ [13]. Максималды тұтқырлық (636 Па·с) және ең жоғары сапасы (органолептикалық бағалау бойынша) пышақтардың 314 рад/с айналыс санымен 120 с куттерленген тартылған етте болған.

А.Г. Бараян куттерлер пышақтардың тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырудың негізгі әдістерін зерттеп, пышақтардың жүзімен кесу өзгешелігін және олардың тозуына әсер ететін негізгі факторларын қарастырып талдау жасады. Зерттеулерде көрсетілгендей ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттыру үшін ең жоғары эффектісі өзін-өзі қайрау эффектісінің қолдануымен жүзеге асады. Бұл эффект қабаттардың әртүрлі қаттылығымен екі немесе көп қабатты пышақтарды жасағанда алынуы мүмкін [14]. Жоғары тозуға төзімділігімен қабаттардың қаттылығының төмен тозуға төзімділігімен қабаттардың қаттылығына қатынасы 18-22 аралығында болуы қажет.

Өзін-өзі қайрау эффектісінің сандық бағалау үшін өзін-өзі қайраудың өлшемсіз критерий түсінігі енгізілген [14]:

$$K_C = \frac{I_C \sin \beta}{I_A \cos \beta + I_B}, \quad (2)$$

мұндағы: I_A , I_B , I_C – сызықтық тозудың шамаларына тең сызықтық тозу жылдамдықтарының векторлары; β – пышақ жүзінің қайрау бұрышы. $K_C=1$ мәнінде өзін-өзі қайрау эффектісі байқалады, ал $K_C>1$ болғанда жүзінің қайралмағаны және керісінше, $K_C < 1$ болғанда жүзінің қайралуы орын алады.

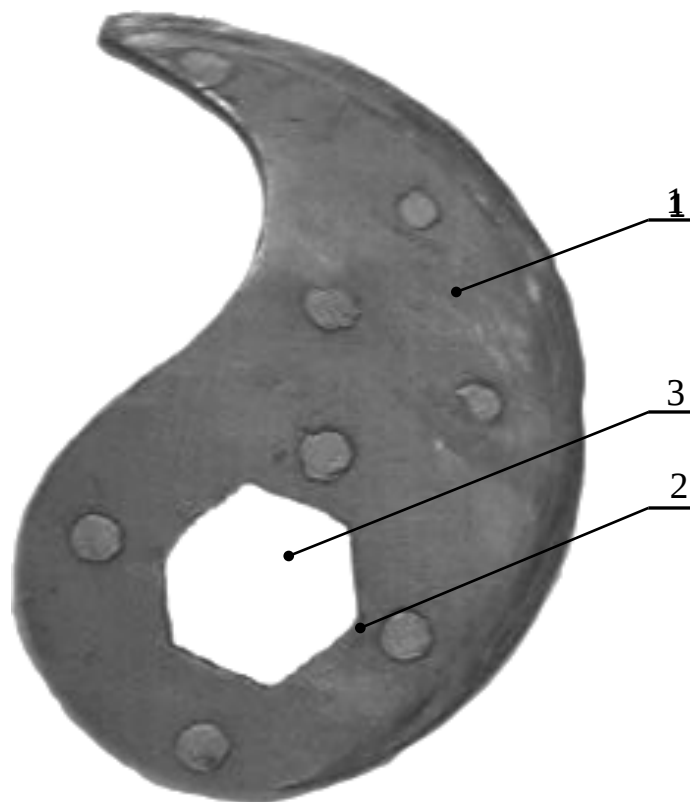
Материалдар мен зерттеу әдістері

Шәкәрім университетінің қызметкерлері Кабулов Б.Б. және т.б. құрамалы куттерлік пышақ жетілдірілді (сурет 1). Өнертабыстың техникалық нәтижесі пышақ өндірісінде қалыңдығы мен қаттылығы әртүрлі болаттан жасалған табақшалар жиынтығын қолдану есебінен талап етілетін

қасиеттерін сақтай отырып, мәлімделген конструкциядағы пышақтармен кесілген ұсақ тартылған еттің жоғары сапасын қамтамасыз ету болып табылады [14]. Пышақ жүзін бір-біріне тығыз орналасатын және контурды көшіретін және бір-бірімен тойтармалармен жалғанатын, орталық табақша сыртқы табақшаларға қарағанда жұқа және

қаттырақ болатын, ал пышақ жүзін екі жақты қайрау

арқылы жасау ұсынылады.



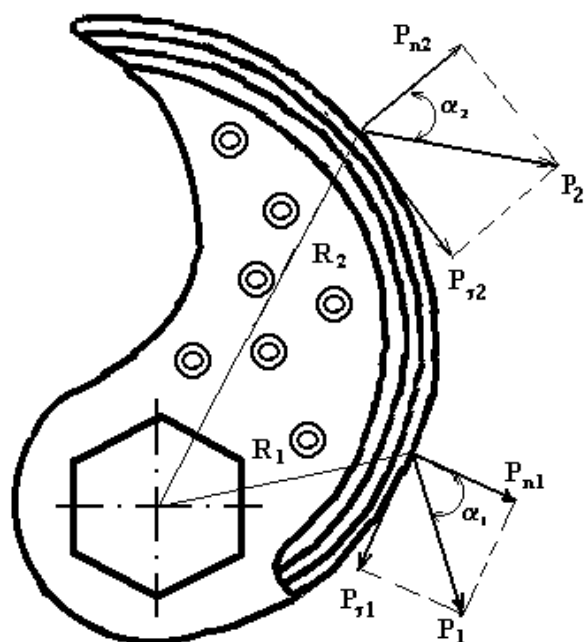
1 – пышақтың жүзі, 2 – тойтарма, 3 – білікке орнататын науа
Сурет 1. Құрамалы куттерлік пышақ (жалпы көрініс).

Алдымен көшіргіштердің көмегімен әртүрлі қалыңдықтағы болаттан орақ тәріздес табақшалардың үлгілері кесіледі. Осыдан кейін дайындалған үлгілерде тесіктері бұрғыланады. Сондай-ақ, тойтармалар үшін тесіктер табақшаларында бұрғыланады және сыртқы табақшалардың тойтармаларының тесіктерінде фаскалар кесіледі. Содан кейін табақшалар әртүрлі қаттылық деңгейлерін қамтамасыз ету үшін термиялық өңдеуден өтеді. Дайындалған үлгілер әрлеу өңдеуден өтеді және тойтармалармен бекітіледі. Кескіш пышақтың жиналған жүзін екі жағынан қайрап, жылтыратылады.

Тартылған етті майда ұсақтау кезіндегі қуатты

есептеу үшін екі нүктелерінде құрамалы пышақ пен тартылған еттің бұлшық ет талшықтарымен өзара әрекеттесуін қарастырайық (сурет 2). Куттерлеу процесінде бұлшық ет талшығына пышақтың айналу радиусына перпендикуляр бағытталған P_1 және P_2 кесу күштері әсер етеді. Бұл күштер нақты P_n және жанасу P_τ құрастырушылардан тұрады. Бұл екі күштердің қатынасы кесу жүзінің осы нүктесі мен пышақтың айналу радиусы арасындағы α бұрышынан байланысты. Негұрлым α бұрышы кіші болса, соғұрлым нақты құрастырушысы P_n үлкен болады. Керісінше, егер α бұрышы үлкен болса, онда кесу күшінің қалыпты құрастырушысы кішірейеді, ал жанасу P_τ құрастырушысы өседі, сондықтан:

$$P_n = P \cdot \cos \alpha \quad P_\tau = P \cdot \sin \alpha \quad (3)$$



P_1, P_2 – кесу күштері; P_{n1}, P_{n2} – кесу күштерінің нақты құрастырушы; P_{t1}, P_{t2} – кесу күштерінің жанасу құрастырушы; R_1, R_2 – пышақ жүзінің берілген нүктелеріндегі айналу радиустары; α_1, α_2 – пышақ жүзінің берілген нүктелерінің жанасу сызығы мен оның айналу радиусы арасында бұрыштары

Сурет 2. Тартылған етті жұқа майдалауда құрамалы пышақтың жүзіне әсер ететін күштер сұлбасы

Пышақтың жүзінде тартылған еттің бұлшық етінің талшығы екі түрлі әрекетке ұшырауы мүмкін: кесу күшінің қалыпты P_n және жанасу P_t құрастырушылардың әсерінен ол қысылып ұсақталады. Кесу күшінің жанасу P_t құрастырушысы қосу ұлпасын ұсақталуына себепті болады. Суретте екі нүктелер құрамалы пышақтың әртүрлі айналу радиустарында орналасқан, бұл кезде $R_1 < R_2$. Бұл радиус үлкен болса, екі нүктедегі сызықтық жылдамдық бірінші нүктеге қарағанда артық болады, ал сызықтық жылдамдықтың артуы кесу күші P мен оның P_n және P_t құрастырушылардың өсуіне әкеліп соғады.

Сондықтан кесу тиімділігі куттерлік пышақтық ұшында жоғары болады. Сонымен қатар пышақтың бұл бөлігі тостағанның қабырға аймағында тартылған еттің жеткілікті тығыздығы қамтамасыз етеді. Ет шикізатының тиімді және сапалы кесілуі $v=100 \div 110$ м/с кем емес сызықтық жылдамдықта жүзеге асады.

Бастапқы моментте пышақтың жүзі тартылған еттің бетімен жанасқан кезде концентрацияланған байланыс кернеулер пайда

болады. Кернеулердің шекті мәндеріне жеткенде озық сынық пайда болады, материалдың құрылымы бұзылып, пышақтың жүзі терең қарай жылжыйды. Пышақ жүзінің бастапқы енгізілуден және құрамалы пышақтың ары қарай қозғалыстан кейін оның көлбеу қырларының әсерінен материал өске перпендикуляр бағытта қозғалып деформацияланады.

Пышақтың жүзі екі жазықтықтың қиылысында пайда болып, теориялық түрде тура сызықтық болып табылады. Бірақ та нақты жағдайда абразивтік дөңгелектермен пышақтың жүзінің бүйірлі қырларын өндегеннен кейін микробуррлар, шығыңқылар және қатпарлары бар тегіс емес беті болып табылады. Қырлардың өткірлігі шеңбердің δ диаметрімен сипатталады, ол пышақ жүзінің пішініне сай болуы мүмкін. Практикада пышақ жүзінің өткірлігін анықтау өте қиын, яғни ол үшін арнайы өлшеу құралдары қажет.

Пышақтың білігіне салынған айналу моменті оның барлық элементтерінің жанынан ағып кету кезінде салынған гидравликалық кедергілер моменттерінің қосындысына тең.

Пышақтың білік құрылымның элементтеріне салынған моменттердің қосындысы былай анықталу мүмкін:

$$M_n^{kp} = P_n \cdot r_n \cdot z_n \quad \text{или}$$

$$M_n^{kp} = \sum_{i=1}^{z_n} M_n = \sum_{i=1}^{z_n} \frac{5}{2} \cdot \lambda \cdot \eta_{nl} \cdot r_n^3 \cdot \omega_n$$

(4)

мұндағы: P_n – кесу күші, Н; λ – тартылған еттің гидравликалық кедергі коэффициенті, r_n – пышақтардың айналу радиусы, м.

Жетілдірілген пышақ тартылған етті даярлау және шұжық өнімдерін қалыптау агрегатына жиынтық түрінде орнатылып бекітіледі [15]. Бұл агрегатта құрамалы куттерлік пышақтардың тәжірибелік зерттеулері жүргізілді. Агрегаттың құрылымы куттерлік пышақтар білігінің айналыс санын өзгертіп өлшеуге мүмкіндік берді. Агрегат параметрлерінің негіздеуі модель мен үлгі арасындағы ұқсастық талаптарына сай жүзеге асты. Жұмысшы органдар ретінде куттерлердің әртүрлі пышақтарына геометриялық ұқсас үлгілері қолданылды.

Тәжірибелік түрде моделдік масса «Докторская» пісірілген шұжығының тартылған етіне ұқсас алынған. Динамикада моделдік масса мен тартылған еттің пішіні өзгергенде де ұқсастық байқалды. Механикалық өңдеуде (куттерлеуде) моделдік масса мен тартылған еттің төрт түрі анықталған: статикалық, квазистатикалық, сарқырама тәріздес мен сақина тәріздес. Сынақтарды өткізу шарттарды анықтау үшін бірқабатты үлгілермен тәжірибелер жүргізілді және де тозудың механизмі мен негізгі заңдылықтары зерттелді. Тозу сипаттамасының гидроабразивті массадағы тозуға сәйкес келетіндігі анықталды. Пышақтардың жалпы тозу кезінде коррозия екінші рөлін атқарады. Тозу сынақтарын жүргізгенде әрбір кесіндісінің үш бағытында алдын-ала анықталған үш кесіндісінде салмақтық тозу мен сызықтық тозу: артқы грань, фаска және жүзі бойынша өлшенді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Атмосфералық қысымда жұмыс істейтін тартылған ет даярлау агрегатында зерттеулер жүргізілді. Агрегатта кезек бойынша кәдімгі орақ тәріздес және құрамалы орақ тәріздес пышақтар орнатылды. Бұл кезде кәдімгі пышақтар дәстүрлі технология бойынша 40X13 болаттан жасалған.

Құрамалы пышақтардың сыртқы пластиналары 12X18H10T болаттан, ал ортаңғы ішкі пластина 5XНМ болаттан жасалынды, олар $t=850^{\circ}\text{C}$ (суытқыш сұйықтық – май ортада) шынықтырылып, одан кейін 1 сағат ішінде $t=150^{\circ}\text{C}$ жұмсарту жүргізілді.

Зерттеулер жүргізгенде келесі тұрақты параметрлер қамтамасыз етілді:

- пышақтардың кесу жүздерінің біркелкі өткірлігі, ол бір қайрағышпен бір арнайы құралмен қайралып іске асты, бинокулярлі лупамен өткір емес таспа «б» мен шаблон бойынша пышақтың қайрау бұрышын «д» бақылау;

- пышақтар мен тостаған арасындағы бірыңғай саңылау, барлық тәжірибелерде ол 1 мм тең болды және ол № 3 класс 2 ТУ 2.34А-87 щуптар жиынының көмегімен орнатылды;

- тостағанды тиеудің бірдей коэффициенті өңделетін тартылған ет пен специалардың салмағын өлшеу арқылы қамтамасыз етілді, барлық тәжірибелерде ол 0,6 тең болды;

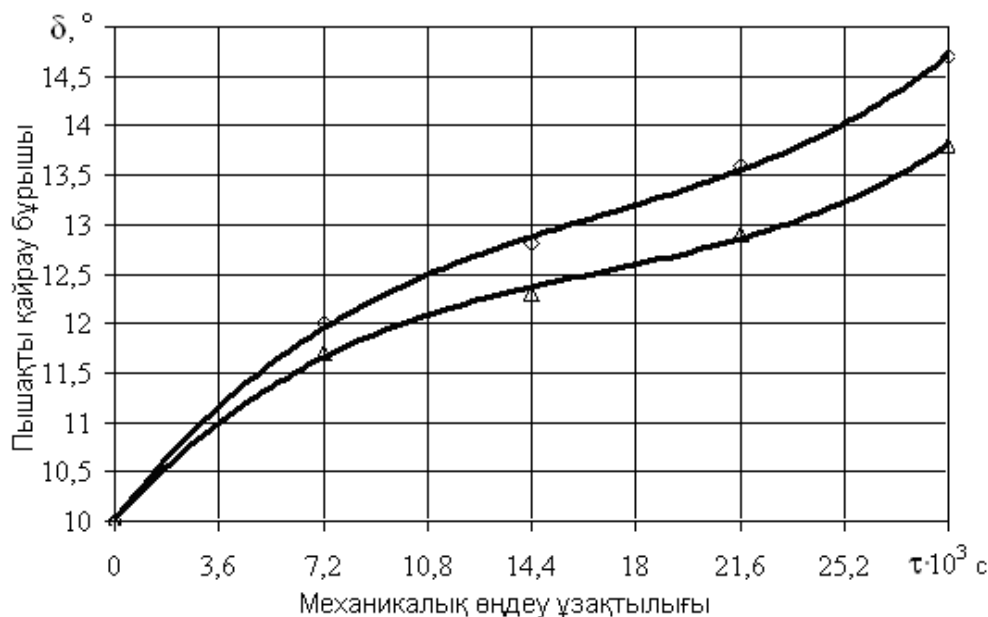
- агрегатқа қосылатын суық судың бірдей мөлшері технологиялық процесс бойынша өлшеу сыйымдылықтар арқылы бақылайды; барлық тәжірибелердегі пышақтардың бірдей саны 3 дана болды;

- барлық тәжірибелердегі пышақтардың бірдей қалыңдығы $3 \pm 0,1$ мм тең болды.

Зерттеулер барысында «Докторская» пісірілген шұжық тартылған етінің механикалық өңдеуі жүргізілді. Пышақты біліктің айналу жылдамдығы $\omega_n=293$ рад/с тең болды. Куттерлеуге тартылған ет тор тесіктерінің диаметрі 5 мм болатын еттартқыштан өткізілгеннен кейін жіберілді. Агрегаттағы тартылған етті ұсақтау уақыты 2 сағат мөлшерінде секундтық меңзері бар сағатпен өлшенген.

Куттерлеу уақытына байланысты куттерлік пышақ жүзі бұрышының графигі 3 суретте көрсетілген.

3 суретте уақытқа байланысты дәстүрлі пышаққа қарағанда құрамалы пышақтың қайрау бұрышының өзгерісі аз болатындығын көруге болады. Соның нәтижесінде куттерлеу кезінде құрамалы пышақ жүзінің қайрау қажетті бұрышы қамтамасыз етіледі, ол тартылған етті ұсақтау сапасын жақсартады. Тәжірибелік зерттеулер негізінде құрамалы пышақтардың ұсынылған құрылымы тозуға төзімділігін жоғарлатып, олардың қаттылығы мен беріктігін төмендетпейді.



◇ - дәстүрлі пышақ, Δ - құрамалы пышақ

Сурет 3. Тартылған ет даярлау агрегатында механикалық өңдеу (куттерлеу) ұзақтылығына байланысты куттерлік пышақтар жүзінің қайрау бұрыштарының өзгеруі

Қорытынды

Сонымен, куттер пышақтардың жана құрамалы конструкциясы жасалған. Бұл пышақтарды тек зерттеулерде ғана емес, өндіріс жағдайында да пайдалануға болады. Ет дайындау блогының тартылған еттің сериялы өндіру мәселесі маңыздылардың бірі болып табылады. Оның барынша қысқа мерзім ішінде оң шешілуі шикізатты, энергия мен еңбек шығындарын үнемдеу нәтижесінде өндірістің едәуір экономикалық тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Табақшалардың әртүрлі қаттылығымен құрамалы куттерлік пышақтардың құрылымы тартылған етті ұсақтау сапасын жақсартып, пышақтың көпқабатты құрылымын пайдалану арқылы оның тозуға төзімділігі мен ұзақ жұмыс істеу мерзімін арттырады. Құрамалы куттерлік пышақтың ұзақ жұмыс істеу мерзімі куттердің замануи пышақтың ұзақ жұмыс істеу мерзіміне қарағанда 1,5÷2 есе көбейеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Zhao Y., Sebranek J. G. Technology for meat-grinding systems to improve removal of hard particles from ground meat // Meat Science, 1997, No 3, P. 389-403.
2. Косой В. Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.

3. Krickmeier J., Schnäkel W., Pongjanyanukul W., Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 2: Distribution of necessary cutting works in dependence of machinery and raw material influences // Fleischwirtschaft, 2012, No 1, P. 88-92.

4. Schnäkel W., Krickmeier J., Oktaviani, Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 1: Modelling the terms during the disintegration in meat mincers // Fleischwirtschaft, 2012, No 7, P. 83-87.

5. Bakieva A., Kabulov B., Imangalieva Zh., Dick E., Arslanbekova S., Tukhvatullina L., Murzina E., Peshchero G., Ovsyannikova A. Engineering methods of technological calculation of meat grinders // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2019, No 22, P. 3827-3831.

6. Bakieva A., Akimov M., Abdilova G., Ibragimov N., Bekeshova G. Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat // International Journal of mechanical and Production Engineering Research and Development, 2019, No 9, P. 377-390.

7. Bakieva A., Yerengaliev A., Kakimov A., Zhumadilova G., Abdilova G., Serikov E., Suychinov A., Turagulov R., Yessimbekov Zh. Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency // Processes, 2024, No 12, P. 1-20. <https://doi.org/10.3390/pr12091808>

8. Schnäkel W., Krickmeier J., Schnäkel D., Micklisch I., Haack O. Analysis for optimisation of the mincing processes: Part 4: Adaptation of mincing processes for

production of fine emulsified meat batters // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 91-96.

9. Berger L. M., Witte F., Tomasevic I., Heinz V., Weiss J., Gibis M., Terjung N. A review on the relation between grinding process and quality of ground meat // *Meat Science*, 2023, No 11, P. 121-131.

10. Какимов А. К., Тулеуов Е. Т., Еренғалиев А., Кабулов Б. Б., Аскаров А. К. Современные машины для тонкого измельчения сырья биологического происхождения: аналитический обзор. – Семипалатинск: Семипалатинский ЦНТИ, 2003. – 48 с.

11. Пелеев А. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 519 с.

12. Ивашов В. И., Дуйденко Б. Н., Славущев С. В., Андреев В. А. Новые режущие устройства куттеров: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1986. – 29 с.

13. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятия мясной промышленности. Часть I. Оборудование для убоя и первичной обработки. – М.: Колос, 2001. – 552 с.

14. Кабулов Б. Б. Интенсификация процессов механической обработки фарша: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 22.12.2005: утв. 19.05.2006. – Семипалатинск, 2005. – 142 с.

15. Тулеуов Е. Т., Еренғалиев А., Какимов А. К., Кабулов Б. Б. Пат. 13370 Республика Казахстан: МКИ А 22 С 18/00. Агрегат для приготовления мясного фарша и формирования колбасных изделий; заявитель и патентообладатель СГУ им. Ш.Акарима. – № 2002/0312.1; заявл. 15.03.2002, опубл. 15.09.2003. Бюл. № 9. – 3 с.

REFERENCES

1. Zhao Y., Sebranek J. G. Technology for meat-grinding systems to improve removal of hard particles from ground meat // *Meat Science*, 1997, No 3, P. 389-403.

2. Kosoj V. D. Sovershenstvovanie processa proizvodstva varennyh kolbas [Improvement of the cooked sausage production process] // М.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost' (1983): 272 p. (In Russian)

3. Krickmeier J., Schnäkel W., Pongjanyanukul W., Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 2: Distribution of necessary cutting works in dependence of machinery and raw material influences // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 1, P. 88-92.

4. Schnäkel W., Krickmeier J., Oktaviani, Schnäkel D., Micklisch I. Analysis for optimisation of the mincing process: Part 1: Modelling the terms during the disintegration in meat mincers // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 83-87.

5. Bakieva A., Kabulov B., Imangalieva Zh., Dick E., Arslanbekova S., Tukhvatullina L., Murzina E., Peshchikov G., Ovsyannikova A. Engineering methods of technological calculation of meat grinders // *Journal of Engineering and*

Applied Sciences, 2019, No 22, P. 3827-3831.

6. Bakieva A., Akimov M., Abdilova G., Ibragimov N., Bekeshova G. Developing new type of disk plate for meat chopper and its effect to water-binding capacity and yield stress of minced meat // *International Journal of mechanical and Production Engineering Research and Development*, 2019, No 9, P. 377-390.

7. Bakieva A., Yerengaliev A., Kakimov A., Zhumadilova G., Abdilova G., Serikov E., Suychinov A., Turagulov R., Yessimbekov Zh. Development of the Design of Plate with Variable Diameters of Holes and Its Impact on Meat-Grinding Quality and Efficiency // *Processes*, 2024, No 12, P. 1-20.

8. Schnäkel W., Krickmeier J., Schnäkel D., Micklisch I., Haack O. Analysis for optimisation of the mincing processes: Part 4: Adaptation of mincing processes for production of fine emulsified meat batters // *Fleischwirtschaft*, 2012, No 7, P. 91-96.

9. Berger L. M., Witte F., Tomasevic I., Heinz V., Weiss J., Gibis M., Terjung N. A review on the relation between grinding process and quality of ground meat // *Meat Science*, 2023, No 11, P. 121-131.

10. Kakimov A. K., Tuleuov E. T., Erenғалиев А., Kabulov B. B., Askarov A. K. Sovremennye mashiny dlya tonkogo izmel'cheniya syr'ya biologicheskogo proiskhozhdeniya: analiticheskij obzor [Modern equipment for fine grinding of raw materials of biological origin: analytical review] // *Semipalatinsk: Semipalatinskij CNTI (2003): 48 p. (In Russian)*

11. Peleev A. I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij myasnoj promyshlennosti [Technological equipment of meat industry enterprises] // М.: Pishchevaya promyshlennost' (1971): 519 p. (In Russian)

12. Ivashov V. I., Dujdenko B. N., Slavushchev S. V., Andreenkov V. A. Novye rezhushchie ustrojstva kutterov: obzornaya informaciya [New grinding devices of cutters: overview information] // М.: АгроНИИТЕИММП (1986): 29 p. (In Russian)

13. Ivashov V. I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatij myasnoj promyshlennosti. Chast' I. Oborudovanie dlya uboya i pervichnoj obrabotki [Technological equipment of meat industry enterprises. Part 1. Equipment for slaughter and primary treatment] // М.: Колос (2001): 552 p. (In Russian)

14. Kabulov B. B. Intensifikaciya processov mekhanicheskoy obrabotki farsha: dis. ... kand. tekhn. nauk [Intensification of mechanical processing of minced meat: dis. ... candidate of technical sciences] // *Semipalatinsk (2005): 142 p. (In Russian)*

15. Tuleuov E. T., Erenғалиев А., Kakimov A. K., Kabulov B. B. Пат. 13370 Республика Казахстан: МКИ А 22 С 18/00. Агрегат для приготовления мясного фарша и формования колбасных изделий [Machine for preparing minced meat and moulding sausages] // *Опубл. 15.09.2003. Бюл. No 9: 3 p. (In Russian)*