

7. Ермаков В.А. Повышение качества съёма плодов с ветви, опёртой на улавливатель плодуборочной машины // Научные достижения молодых учёных – сельскохозяйственному производству. – Ставрополь, 1985. – С. 100-102.

#### References

1. Levin A.M., Bartenev V.D., Polyakov L.I. Rezul'taty ispytaniy kombaina «loonas-2000» (Finlyandiya) na uborke oblepikhi // Otsenka sostoyaniya i rezervy povysheniya effektivnosti produktsii sadovodstva i pchelovodstva: sbornik nauch. trudov Yubileinoi konferentsii (g. Berdsk, aprel', 2010 g.), Rossel'khozakademiya. Sib. Otd-nie. FGUP NZSS Rossel'khozakademii. – Novosibirsk, 2010. – S. 73-77.

2. Belyaev N.I. Soprotivlenie materialov. Gos. Izd-vo «Tekhniko-teoreticheskaya literatura». – M., 1953.

3. Varlamov G.P., Dolgosheev A.M., Mazur A.M., Varlamov A.G. Uborka i pererabotka oblepikhi. – M., INFRA-M, 2001. – S. 149-223.

4. Intensivnye tekhnologii v sadovodstve. – M.: Agropromizdat, 1990. – S. 89-102.

5. Richard Sulman. Woody crop harvester. Future Farm Industries; CRC Limited, 2013.

6. Ermakov V.A. Obosnovanie parametrov i razrabotka formirovatel'nykh krony dlya potochnykh ploduborochnykh mashin: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni k.t.n. – Krasnodar, 1986. – 20 s.

7. Ermakov V.A. Povysheenie kachestva s'ema plodov s vetvi opertoj na ulavlivatel' ploduborochnoi mashiny. V kn. Nauchnye dostizheniya molodykh uchenykh – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu. – Stavropol', 1985. – S. 100-102.



УДК 664.951 +637.525

Н.И. Капустин, В.Н. Капустин  
N.I. Kapustin, V.N. Kapustin

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО И ДЫМОВОГО ПОЛЯ В РОТОРНЫХ И КОНВЕЙЕРНЫХ КОПТИЛЬНЫХ КАМЕРАХ

### AUTOMATIC CONTROL OF TEMPERATURE AND SMOKE PATTERNS IN ROTARY AND CONVEYOR SMOKING CHAMBERS

**Ключевые слова:** коптильная камера с вращающимися рамами, роторная и конвейерная установка для копчения, автоматическое регулирование температурного и дымового поля.

В современном отечественном производстве копченых продуктов наиболее широко применяют коптильные установки с подвижными рамами или клетями. За рубежом активно ведут разработку малогабаритных конвейерных коптильных установок. Общей проблемой, требующей разрешения, является низкое качество продукции и высокие энергозатраты. Низкое качество обусловлено неравномерностью температуры и концентрации дыма по объему камеры, а также неодинаковым размером продукции. Это ведет к заданию максимального временного режима копчения при увеличении энергозатрат. Равномерность температуры и концентрации дыма в камере в установках с подвижными рамами достигнута двумя конструктивными решениями, обеспечивающими изменение траектории движения продукции и направление потоков дымовоздушной смеси. Рамы подвешены на вертлюгах с возможностью вращения вокруг собственной оси подвеса. Вращение обеспечивается колковым механизмом. В совокупности с вращением рам общим приводом вокруг центра камеры это позволяет создать сложную траекторию движения продукции, что даст возможность продукции перемещаться по всем температурно-дымовым зонам камеры. Жалюзийные решетки подачи воздушно-дымовой смеси выполнены с возможностью изменения угла на-

клона, имеют общую связь и посредством кулаково-рычажного механизма взаимодействуют с приводом рам. Имеется возможность согласовать угол наклона жалюзи с вращением рам по заданной программе, что минимизирует создание «мертвых» зон. В конвейерной установке предусмотрены датчики габарита и количества, продукции соединенные с блоком управления. Блок управления задает автоматически временной режим копчения с учетом иных заданных параметров. После проведения разработки конструкторской документации установки могут быть поставлены на производство. Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение.

**Keywords:** smoking chamber with rotary frames, rotary and conveyor smoking chambers, automatic control of temperature and smoke patterns.

In present-day domestic production of smoked products smoking chambers with movable frames or stands are most widely used. Foreign designers develop small-sized conveyor smoking chambers. A common problem is low quality of the end product and high energy costs. Low quality is caused by non-uniform temperature and smoke concentration in the chamber and by dissimilar product size. That results in setting the maximum smoking time and increasing energy costs. The uniformity of temperature and smoke concentration in the chamber and in the units with movable frames is achieved by two design solutions which enable the change of trajectory of product movement and direction of smoke-air mix

flows. The frames are suspended on swivels and may rotate around own axis of suspension. The rotation is ensured by pin mechanism. In combination with frames' rotation around chamber's center with a common drive that allows creating a complex pattern of product motion. The product is moved in all temperature-smoke zones of the chamber. Louvered grilles of air-smoke mix supply may change the angle, they are connected, and they interact with the frames' drive through cam-and-lever mechanism. It is possible to articulate the grilles' angle with frames'

rotation frames according to set program thus minimizing the creation of "dead" zones. A conveyor chamber is equipped with the sensors of product dimension and quantity connected to the control unit. The control unit automatically sets the time mode of smoking taking into consideration other specified parameters. The described chambers may be manufactured after the design documentation is completed. The novelty of technical solutions is confirmed by the invention patent.

**Капустин Николай Игнатьевич**, к.т.н., доцент, каф. механизации переработки с.-х. продукции, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

**Капустин Виктор Николаевич**, к.т.н., прораб, ООО «Аура», г. Барнаул. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

**Kapustin Nikolai Ignatyevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Products Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

**Kapustin Viktor Nikolayevich**, Cand. Tech. Sci., Foreman, ООО "Aura", Barnaul. E-mail: mpsp-asau@mail.ru.

### Введение

В последние годы в России и за рубежом активно ведется разработка оборудования для переработки продукции животноводства, в частности мяса. Причем особый интерес отмечен к производству копченых деликатесов, где основная роль отводится коптильным камерам как наиболее дорогостоящему, сложному и энергоемкому оборудованию со значительной длительностью процесса. При больших объемах производства применяют стационарные многосекционные камеры в основном непрерывного действия, в виде капитальных сооружений шахтного или туннельного типа, где обеспечивается весь необходимый набор параметров копчения при высоком уровне механизации и автоматизации процессов [1]. В малом производстве, для собственного потребления, находят применение устройства периодического действия шкафного типа, имеющие узкофункциональное или универсальное назначение, причем последние могут быть исполнены в виде модулей – трансформеров [2]. Развитие малых перерабатывающих предприятий сделало востребованным производство коптильных камер промышленного типа, но в модульных вариантах с высоким уровнем автоматизации как периодического, так и непрерывного действия. Отечественная промышленность выпускает только камеры периодического действия, причем в последние годы наряду с камерами, снабженными неподвижными рамами (клетями), производятся и камеры с вращающимися рамами, что обеспечивает не только повышение качества продукции, но и снижение энергозатрат. Такая установка обычно содержит камеру, центрально установленный в ней приводной вал, радиально прикрепленные к нему консольные балки, по крайней мере, две клетки для продукции, укрепленные через элементы подвеса на балках с возможностью поворота по окружности с заданной частотой, вен-

тиляторы, нагреватели, датчик температуры, блок управления.

Недостатком является то, что в различных точках камеры имеется значительная нерегулируемая разность температурных и дымовых полей, что создает предпосылки к неравномерности обработки продукции, а в конечном итоге к снижению качества и повышению энергозатрат.

**Объектом исследования** является процесс копчения.

**Предмет исследования** – формирование температурных и дымовых полей в роторной и конвейерной коптильной камере.

**Цель работы** – повышение качества продукции и снижение энергозатрат. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи. 1) анализ факторов, влияющих на качество копчения, и формирование температурных и дымовых полей в роторной и конвейерной коптильной камере; 2) разработка устройств, учитывающих влияние выявленных факторов.

**Анализ факторов, влияющих на формирование температурных и дымовых полей в коптильной камере.** На формирование температурных и дымовых полей влияют объемно-планировочные решения и конструктивные особенности камеры, включая технические средства подготовки и подачи дымовоздушной смеси, а также удержания продукции [3]. Камеры с неподвижными элементами удержания продукции в виде рам или клеток в плане выполняют прямоугольными, обычно квадратными. В одной из боковых стенок камеры выполняется дверь для ввода продукции. В других стенках вмонтированы нагреватели, причем в большинстве конструкций рамы охвачены кожухом с неподвижными жалюзи, установленным с зазором относительно внутренних стенок камеры и образующим полость для равномерного распределения дымовоздушной

смеси по всему объему камеры [4]. Однако при вводе в камеру неподвижных удерживающих продукцию элементов (рам, клетей) температурно-дымовое поле нарушается, с повышением величины параметров дымовоздушной смеси к периферии и понижением к центру и дверям. Камеры с подвижными клетями обычно выполнены в виде цилиндра с дверкой и нагревателями на боковой стенке, а также обечайкой с неподвижными жалюзи, охватывающей клетки. Клетки устанавливаются или на диск, имеющий возможность вращения, или подвешиваются на вал, расположенный в крышке камеры. При установке нескольких клеток в камере с верхней подвеской приводной вал снабжен радиально прикрепленными к нему консольными балками, с возможностью их поворота с заданной частотой [5]. Как и в предыдущей конструкции, участки клеток, приближенные к центру камеры, обдены дымом и имеют низкую температуру, а при неподвижных жалюзи интенсивное воздействие дымовых частиц на продукцию имеет локальный характер и происходит неравномерное их налипание по поверхности продукции. Вышеизложенное позволяет считать, что для повышения эффективности процесса копчения необходимо создать условия для ликвидации локального воздействия дымо-воздушной смеси и температуры на продукт. Этого возможно достигнуть более сложной траекторией движения клеток. Аналоги этому имеются. Например, в сыродельной ванне применено линейное перемещение привода по траверсе с вращением лир как вокруг общей, так и собственной оси крепления, что обеспечивает траекторию движения режуще-вымешивающих элементов по сложной замкнутой кривой. Аналогично решен вопрос в тестомесах и фаршесмесителях [6].

**Разработка коптильной камеры с траекторией движения продукта по сложной замкнутой кривой [7].** Работа проводилась в камере с верхней подвеской клетей на консольных балках, элементы подвеса клетей выполнены в виде вертлюгов, связанных с верхним основанием клетей тягами. При этом на тягах радиально закреплены штанги, а к внутренней поверхности крышки камеры прикреплены упоры, установленные с возможностью взаимодействия со штангами клетей для обеспечения их поворота вокруг собственной оси подвеса с частотой вращения, определяемой режимом термической обработки. На рисунке 1 представлена функциональная схема устройства.

Работа устройства происходит следующим образом. При загрузке клетей 9 продукцией последние по монорельсу, установленному в цехе, подаются в камеру 1 и крепятся на балки 5, выполненные также в виде идентичного по форме монорельса.

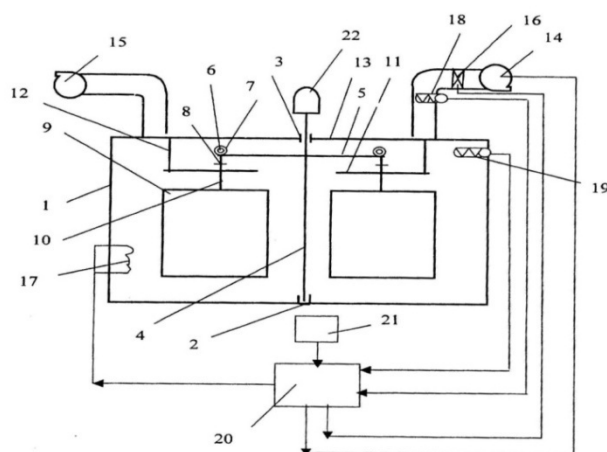


Рис. 1. Функциональная схема коптильной камеры с траекторией движения продукта по сложной замкнутой кривой:

- 1 – камера; 2, 3 – подшипник; 4 – вал;
- 5 – балка; 6 – ось; 7 – колесо; 8 – вертлюг;
- 9 – клеть; 10 – тяга; 11 – штанга; 12 – упор;
- 13 – крышка камеры; 14, 15 – вентилятор;
- 16, 17 – нагревательный элемент;
- 18, 19 – датчик температуры;
- 20 – блок управления; 21 – задатчик;
- 22 – электродвигатель

Перемещение клетей 9 по монорельсу осуществляется посредством колес 7, к осям 6 которых прикреплены вышеозначенные клетки 9. После закрытия камеры 1 включается электропривод 22 вала 4, установленный на подшипниках 2 и 3, и вал 4, вращаясь, перемещает по окружности, закрепленные на консолях, подвешенные через колеса 7 оси 6 и вертлюги 8 клетки 9. Клетки 9, перемещаясь внутри камеры, последовательно взаимодействуют, закрепленными на нижней части тяг 10 вертлюгов 8, штангами 11 с упорами 12, прикрепленными к верхнему основанию 13 камеры 1. При этом жестко соединенные со штангами 11 клетки 9 поворачиваются на тягах 10 вертлюгов 8 вокруг осей 6 подвеса. Клетки 9 вращаются вокруг вала 4 с частотой, заданной приводу 22 задатчиком 21 через блок управления 20, а вокруг осей 6 – с частотой, пропорциональной количеству упоров 12. Так, при установке одного упора 12 один оборот клетей 9 вокруг осей 6 происходит за три оборота вала 4, а при трех упорах 12 один оборот клетей 9 происходит за один оборот вала 4. Частота вращения клетей 9 вокруг осей 6 (тяги 10) определяется режимом термической обработки и компоновкой нагревателей 17 в стенках камеры 1. Режим термической обработки контролируется датчиком температуры 19 и обеспечивается через блок управления 20, который в зависимости от величины сигнала датчика температуры 19 вырабатывает сигнал управляющего воздействия, включая или выключая нагреватели 16 и 17. Датчик 18 осуществляет корректирующее воздействие через блок управ-

ления 20 на обеспечение заданного температурного и дымового режима посредством подачи дымовоздушной смеси вентилятором 14 через нагреватель 16, а вентилятор 15 обеспечивает ускоренное понижение температуры и снижение концентрации дыма в камере 1. Создание сложной траектории перемещения продукции выравнивает режим обработки продукции по периферии клеток, соответственно, и качество продукции повышается. Однако на поверхности продукции копильные частицы распределены неравномерно, что обусловлено наличием аэродинамических теней при неподвижных жалюзи. В существующих копильных камерах регулирование параметров дымо-воздушной смеси не предусматривается, причем в ручном режиме управление неэффективно и требует дополнительных затрат труда.

**Разработка копильной камеры с автоматическим регулированием направления дымо-воздушной смеси.** Для ликвидации локального нерегулируемого воздействия дымовых частиц в цилиндрической камере на продукт на крышке камеры установлен механизм изменения угла наклона жалюзи, имеющий возможность взаимодействия с приводом клеток, что минимизирует создание «мертвых» зон.

Работа устройства происходит следующим образом. При загрузке клеток 4 продукцией и закрытии камеры 1 включается привод 3 и вал 2 вращает клетки 4. При этом вентилятор 11 забирает из дымогенератора 12 дым и подает последний по трубопроводу 9 в полость 7 между внутренней стенкой камеры 1 и внешней обечайки 5. Дым из полости 7 через жалюзи 6 струями подается на продукцию в клетях 4. При вращении валом 2 звездочки 21 цепь 20 вращает звездочки 19, а валы 18 вращают глобоиды 17. При этом ролики 15 перекатываются по пазам 16, качают рычаги 14 с частотой, пропорциональной частоте вращения вала 2 и передаточному отношению звездочек 21 и 19. (Например, при передаточном отношении 2:1 за один оборот вала 2 глобоиды 17 совершают два оборота, что обеспечивает двойной полный период колебания рычагов 14 и, соответственно, створок жалюзи 6.) Струи дыма, за один оборот рам 4 в камере 1, выходят через жалюзи 6, под заданным углом во всем диапазоне регулирования, воздействуя на продукт сверху и снизу. При полностью открытых жалюзи скорость дымовоздушной смеси минимальная, а расход максимальный. Из камеры 1 дым по трубопроводу 8 поступает в вентилятор 10 и выбрасывается последним в атмосферу. В результате непрерывного изменения направления струй по вертикали клеток 4 минимизируется возможность образования «мертвых» зон, продукция коптится более

равномерно, соответственно, качество продукции повышается при снижении энергозатрат. Недостатком данного типа конструкций является сложность обеспечения требуемого времени копчения в зависимости от массы единицы продукта, которая контролируется визуально. При более длительном, чем это необходимо, времени нахождения продукта в камере происходит избыточное повышение температуры в серединной части продукта, сопровождаемое отделением не только слабосвязанной, но и прочносвязанной влаги. Продукт теряет сочность, а в продукте с оболочкой (например, колбаса) выделенная влага и жир вытесняются под оболочку, ухудшая этим не только качество, но и товарный вид продукта.

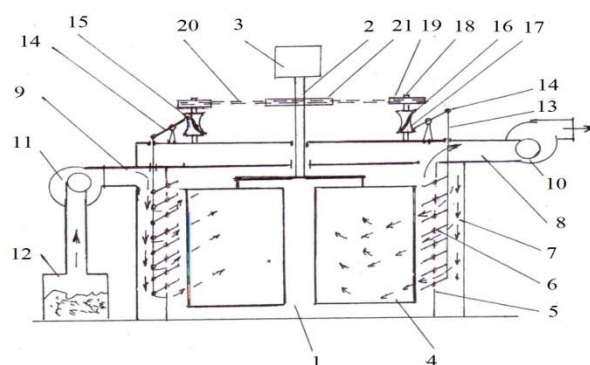


Рис. 2. Функциональная схема копильной камеры с автоматическим регулированием положения жалюзи:  
 1 – камера; 2 – вал; 3 – электродвигатель;  
 4 – клетка; 5 – обечайка; 6 – жалюзи;  
 7 – полость; 8, 9 – трубопровод;  
 10, 11 – вентилятор; 12 – дымогенератор;  
 13 – тяга; 14 – рычаг; 15 – ролик; 16 – паз;  
 17 – глобоид; 18 – вал; 19, 21 – звездочка;  
 20 – цепь

При менее длительном, чем это необходимо, времени нахождения продукта в камере, для данной массы продукта, соответственно его толщины, при заданной температуре прогрев в серединной части продукта до температуры пастеризации не происходит. Соответственно, продукция получается не только низкого качества, но и опасная для здоровья.

**Разработка конвейерной копильной камеры с автоматическим регулированием температурного режима в зависимости от массы продукта.** Автоматическое измерение параметров продукции возможно только при индивидуальном ее вводе в камеру, что реализуемо на конвейерных установках [8]. При разработке в качестве прототипа нами выбрана конвейерная копильная установка с цилиндрической камерой, разработанная в США, в которой конвейер на участке прохода в камере имеет возможность перемеще-



ния по винтовой линии [9]. Но контроль за параметрами продукции в этой установке также не был решен.

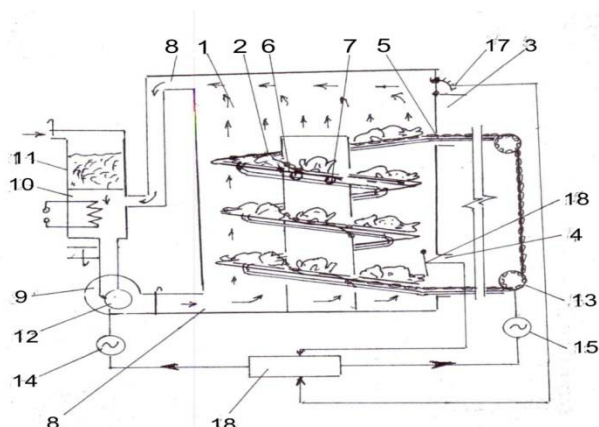


Рис. 3. Функциональная схема конвейерной коптильной камеры с автоматическим управлением температурным режимом в зависимости от габарита продукции:

- 1 – камера; 2 – винтовые направляющие;
- 3, 4 – проем; 5 – цепь; 6 – лотки сетчатые;
- 7 – трубопровод; 9 – вентилятор;
- 10 – воздухонагреватель; 11 – дымогенератор;
- 12, 13 – электродвигатель;
- 14, 15 – исполнительный механизм;
- 16 – блок управления; 17 – датчик уровня;
- 18 – датчик движения

Работа установки происходит следующим образом. После укладки продукции на лотки 6, включения блока управления 16 и прогрева до заданной температуры камеры 1 посредством воздухонагревателя 10 включаются приводы 12, 13 вентилятора 9 и конвейера. Посредством ведущей звездочки на приводе 13 цепь 5 перемещается по направляющим 2. Продукция, уложенная на лотки 6, проходя через проем 3, взаимодействует с пластиной датчика высоты 17 (например, реостатного), отклоняя последнюю. Угол отклонения пластины пропорционален высоте продукта относительно лотка 6. Ползун реостатного датчика 17, жестко прикрепленный к пластине, перемещается. На вход блока управления 16 поступает сигнал определенной величины. При поступлении каждого следующего лотка 6 с продукцией подача сигнала на блок управления 16 повторяется. Лотки 6, поступив в камеру 1, начинают перемещаться по винтовой траектории вниз, что обеспечивается перемещением по направляющим 2 роликов 7 с ребордами. При заполнении камеры 1 продукция, первой введенная в камеру 1, взаимодействует с датчиком движения 18, который подает сигнал на вход блока управления 16. Блок управления 16, в зависимости от максимальной величины сигнала, поступившего от датчика 17 высоты продукта, вырабатывает сигнал управляющего воздействия

и задает время термической обработки продукции в камере 1. После окончания заданного времени термодымовой обработки продукции блок управления 16 через исполнительный механизм выключает вентилятор 9, а через исполнительный механизм 15 включает привод 13 конвейера. Цепь 5 с лотками 6 выводится через проем 4 камеры 1, при этом датчик 18 считает количество выводимой продукции. По окончании вывода продукции блок управления 16 подает сигнал на исполнительный механизм 15, который отключает привод 13 конвейера 13. Готовая продукция удаляется с лотков 6. Затем цикл повторяется.

### Выводы

1. Наиболее широкое применение в малом производстве копченостей находят коптильные камеры с вращающимися клетями. Недостатками коптильных камер являются низкое качество продукции и высокие энергозатраты, обусловленные неравномерностью температурных и дымовых полей по объему камеры.

2. Создание равномерных температурных и дымовых полей возможно обеспечить сложной траекторией движения продукта и регулированием направления потоков дымовоздушной смеси в автоматическом режиме.

3. В конвейерных установках повышение качества продукции и снижение энергозатрат могут быть более существенными при использовании датчиков габарита и количества продукции, соединенными с блоком управления, который регулирует временной режим копчения при заданной температуре.

### Библиографический список

1. Касьянов Г.Н., Золотоконова С.В. Технология копчения мясных и рыбных продуктов. – Ростов-на-Дону: Изд-кий центр «МарТ», 2002. – 144 с.
2. Пат. RU 2410881 Российская федерация, МПК<sup>7</sup> А23В 4/00. Универсальная коптильня / В. Н. Балашов, В. В. Кудрявцев. – Патентообладатели В.Н. Балашов, В.В. Кудрявцев. – Заявка № 2009119454/1; заявл. 18.05.2009; опубл. 10.02.2011, бюл. № 4.
3. Cardinal M. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content / M. Cardinal, et al. // Food Chemistry. – Vol. 96. – No. 1. – 2006. – P. 137-146.
4. Мезенова О.Я., Ким И.Н., Бредихин С.А. Производство копченых пищевых продуктов. – М.: Колос, 2001. – 207 с.
5. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: в 2 ч. Оборудование для переработки мяса. – СПб.: ГИОРД, 2007. – Ч. II. – 464 с.

6. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств: учеб. для вузов / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова: в 2 кн. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 2. – 680 с.

7. Пат. RU 2289930 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> А23В 4/044. Устройство для копчения / Н.И. Капустин, А.В. Евтушенко. – Патентообладатель Н.И. Капустин. – Заявка № 2005113435/13; заявл. 03.05.2005; опубл. 27.12.2006, бюл. № 36.

8. Pat. No. US 6,203,834 B1 United States Patent, Int. Cl. A23B 4/044, U.S. Cl. 426/214. Process for smoking food items / Garu H. Anders. – Filed: Feb. 23, 2000; Date of Patent Mar.20, 2001.

9. Pat. No. US 6,523,463 B1 United States Patent, Int. Cl. A47I 37/00, f24B 3/00.U.S. Cl. 99/481. / Richard E. Hogle. – Filed: Nov.17,2000.; Date of Patent Feb. 25,20.

#### References

1. Kas'yanov G.N., Zolotokonova S.V. Tekhnologiya kopcheniya myasnykh i rybnnykh produktov. – Rostov na-Donu: Izdatel'skii tsentr «MarT», 2002. – 144 s.

2. Pat. RU 2410881 Rossiiskaya federatsiya, МПК7 А23В 4/00. Universal'naya koptil'nyia / V.N. Balashov, V.V. Kudryavtsev. Patentobladateli V.N. Balashov, V.V. Kudryavtsev. – Zayavka № 2009119454/1; Zayavl. 18.05.2009; Opubl.10.02.2011. Byul. №4.

3. Cardinal M. Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content / M. Cardinal, et al. // Food Chemistry. – Vol. 96. – No. 1. – 2006. – P. 137-146.

4. Mezenova O.Ya. Proizvodstvo kopchenykh pishchevykh produktov / O.Ya. Mezenova, I.N. Kim, S.A. Bredikhin. – М.: Kolos, 2001. – 207 s.

5. Ivashov V.I. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatii myasnoi promyshlennosti. V 2 ch. Ch. II. Oborudovanie dlya pererabotki myasa. – SPb.: GIORД, 2007. – 464 s.

6. Antipov S.T., Kretov I.T., Ostrikov A.N. i dr. Mashiny i apparaty pishchevykh proizvodstv. V 2 kn. Kn. 2: ucheb. dlya vuzov; pod red. akad. RASKhN V.A. Panfilova. – М.: Vyssh. shk., 2001. – 680 s.

7. Pat. RU 2289930 Rossiiskaya Federatsiya, МПК7 А23В 4/044. Ustroistvo dlya kopcheniya / N.I. Kapustin, A.V. Evtushenko. Patentobladatel' N.I. Kapustin. – Zayavka № 2005113435/13; Zayavl. 03.05.2005; opubl. 27.12.2006. Byul. № 36.

8. Pat. No. US 6,203,834 B1 United States Patent, Int. Cl. A23B 4/044, U.S. Cl. 426/214. Process for smoking food items / Garu H. Anders. – Filed: Feb. 23, 2000; Date of Patent Mar.20, 2001.

9. Pat. No. US 6,523,463 B1 United States Patent, Int. Cl. A47I 37/00, f24B 3/00.U.S. Cl. 99/481. / Richard E. Hogle. – Filed: Nov.17, 2000; Date of Patent Feb. 25, 2001.



УДК 620.178

**С.М. Слободян, А.Е. Романишин, С.А. Романишина**  
S.M. Slobodyan, A.Ye. Romanishin, S.A. Romanishina

#### СКОЛЬЖЕНИЕ ПОЧВЫ ПО РЕЖУЩЕМУ ОРГАНУ

#### SOIL SLIDING OVER CUTTING ELEMENT OF A TOOL

**Ключевые слова:** оценка, эффективность, сплошная среда, скользящий контакт, фракция, модель, динамика разрушения, виртуальный слой, рабочий орган.

**Keywords:** evaluation, efficiency, solid medium, sliding contact, fraction, model, dynamics of destruction, virtual layer.