

- zatsii v sub"ektakh Rossijskoj Federatsii za 2007 god (radiatsionno-gigienicheskij pasport Rossijskoj Federatsii) / G.S. Perminova [i dr.]. – M.: FGUZ FTSGiEHRospotrebnadzora, 2007. – 90 s.
7. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2008 god». – Krasnoyarsk, 2007. – 226 s.
  8. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2009 god». – Krasnoyarsk, 2010. – 237 s.
  9. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2010 god». – Krasnoyarsk, 2011. – 280 s.
  10. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2011 god». – Krasnoyarsk, 2012. – 320 s.
  11. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2012 god». – Krasnoyarsk, 2013. – 314 s.
  12. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2013 god». – Krasnoyarsk, 2014. – 282 s.
  13. Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i okhrane okruzhayushhej sredy v Krasnoyarskom krae za 2014 god». – Krasnoyarsk, 2015. – 297 s.

УДК 641.664.8.037.5

Е.Н. Неверов

### РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ АППАРАТА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ТУШЕК ПТИЦЫ

E.N. Neverov

### THE DEVELOPMENT AND RESEARCH OF OPERATIONS MODES OF APPARATUS FOR BIRD CARCASSES COOLING

*В последние годы для холодильной обработки птицы в основном используются аппараты, работающие по принципу непосредственного контакта с диоксидом углерода. Недостатками этих контактных аппаратов являются: относительно низкая производительность, повышенный расход CO<sub>2</sub>, недостаточно эффективное его применение. В статье представлена конструкция аппарата для холодильной обработки птицы, позволяющая компенсировать эти недостатки. В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университете) на кафедре «Теплохладотехника» разработана действующая модель аппарата и произведены исследования некоторых режимов его работы. В процессе работы аппарата определено время охлаждения птицы, расход диоксида углерода при различных массах птицы и режимах работы аппарата. Предлагаемый аппарат для холодильной обработки птицы диоксидом углерода обладает повышенной производительностью, обеспечивает снижение расхода диоксида углерода, что делает его более эффективным при применении.*

**Ключевые слова:** аппарат, диоксид углерода, птица, сублимация, температурное по-

*ле, плотность теплового потока, исследование, коэффициент теплоотдачи, охлаждение, изотермы.*

*In recent years, for cold treatment of poultry there is a variety of devices, operating on the principle of direct contact with carbon dioxide. The disadvantages of these contactors are relatively low productivity, increased consumption of CO<sub>2</sub> and its not sufficiently effective use. The paper presents the design and operation of the refrigeration apparatus for processing poultry, construction of which is to compensate for these shortcomings. In order to implement the developed machine industry experts in the Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University) on the faculty of heating and air conditioning a working model of the machine and made some studies of its operation modes were developed. During operation of the apparatus the cooling time of bird's flow of carbon dioxide at various masses poultry and apparatus modes was defined. The proposed device for refrigeration treatment of birds with carbon dioxide has increased productivity, it reduces the flow of carbon dioxide, is efficient in using.*

**Keywords:** apparatus, carbon dioxide, poultry, sublimation, thermal field, the heat flux density, re-

search, the coefficient of heat transfer, cooling and isotherm.

**Введение.** В последние годы в мире происходит увеличение рынка мяса птицы. При этом акцент делается на увеличение доли охлажденного продукта в структуре производства. Этому способствует ряд причин: розничному оператору менее выгодно работать с замороженным продуктом, так как расход холода на замораживание и хранение в замороженном состоянии в разы больше, чем в охлажденном; для замороженного мяса птицы требуется дополнительное оборудование, без которого при работе с охлажденным можно обойтись; при визуальном контроле замороженные тушки птицы в отличие от охлажденных выглядят менее привлекательно, а также замороженное мясо птицы по сравнению с охлажденным характеризуется более низкой пищевой ценностью, да и вкусовые достоинства мороженого продукта данной категории ниже охлажденного [1, 3, 6, 10].

Но все приведенные аргументы перекрывает один – срок хранения охлажденной птицы очень мал. Традиционные методы охлаждения, полу-

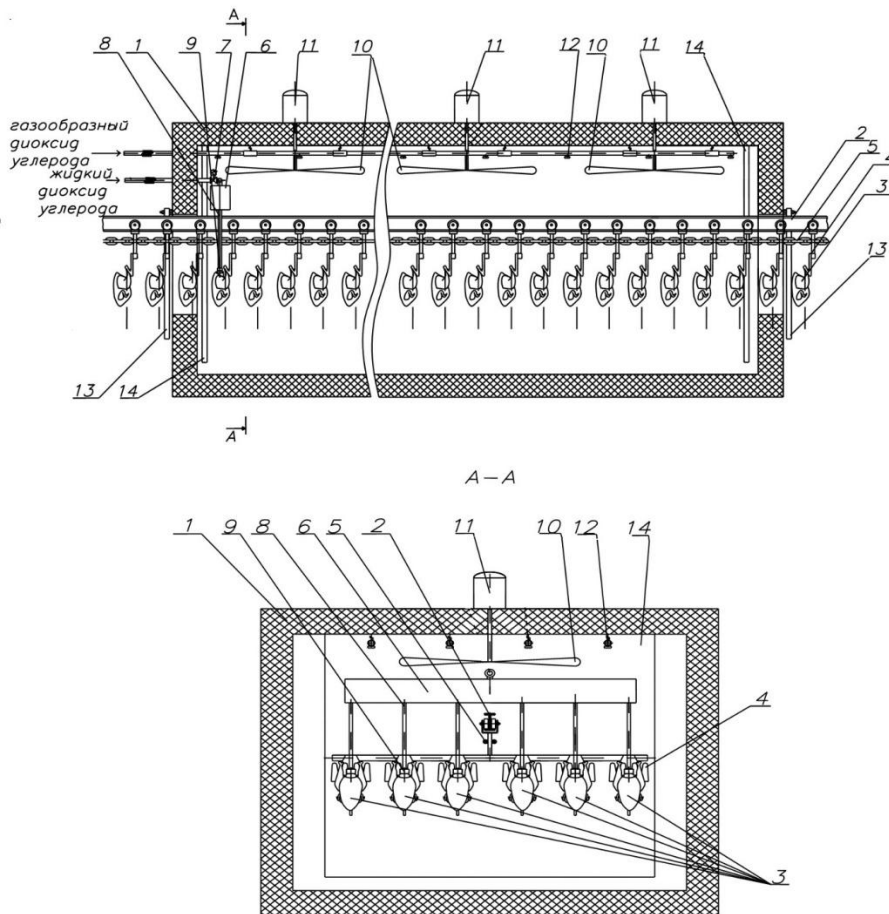
чившие большое распространение в промышленности, имеют ряд недостатков, таких как: значительные потери массы, ухудшение товарного вида, длительный процесс охлаждения, поглощение тушками птицы значительного количества влаги, которая создает возможность перекрестного заражения их микроорганизмами.

В связи с этим использование диоксида углерода в технологиях, предусматривающих непосредственный его контакт с продуктом, весьма перспективно, а с развитием науки и техники в некоторых моментах даже инновационно [2, 4, 5, 8, 9].

**Цель работы.** Разработка аппарата для холодильной обработки птицы диоксидом углерода и исследование режимов его работы.

**Задачи:** разработка методики экспериментальных исследований по охлаждению птицы в аппарате и проведение исследований по выявлению наиболее оптимальных режимов его работы.

На нижеприведенном рисунке изображены схемы аппарата для охлаждения птицы диоксидом углерода, конструкция которого позволяет снизить расход диоксида углерода и более эффективно его использовать.



Аппарат для холодильной обработки птицы диоксидом углерода

Аппарат состоит из неподвижного изолированного корпуса 1. Между обшивками уложена теплоизоляция. С двух противоположных сторон корпуса аппарата имеются окна, оснащенные гибкими шторками, расположенными внутри 14 и снаружи камеры 13, через которые осуществляется подача и выход подвешенного конвейера. Конвейер имеет направляющую 2, по которой осуществляется перемещение тушек птицы 3, подвешенных на каретках, 4 посредством цепной передачи 5.

Для подачи снегообразного диоксида углерода во внутреннюю полость тушки внутри камеры на перемещаемой штанге 6 установлены генераторы-дозаторы 9, к которым по трубопроводу 8 подводится диоксид углерода. Для создания циркуляции воздушно-газовой среды в верхней части аппарата предусмотрены осевые вентиляторы 10, привод которых осуществляется от электродвигателей 11.

Предварительно потрошенная тушка птицы 3 закрепляется в подвеске 4 и посредством цепной передачи 5 подается по направляющей 2 через наружную и внутреннюю гибкие шторки 13, 14 в теплоизолированную камеру 1. При движении продукта по конвейеру 2 тушки попадают в плоскость действия фотоэлемента, при этом конвейер останавливается.

Одновременно с этим жидкий диоксид углерода подается через открытый соленоидный вентиль 7 в устройство для введения генератора-дозатора в продукт 6. Далее тушки, перемещаясь конвейером 2 внутри камеры 1, обрабатываются газообразным диоксидом углерода, подаваемым через ряд форсунок 12.

Для создания равномерного температурного поля и увеличения скорости охлаждения тушек птицы в аппарате используют вентиляторы 10, работающие от электродвигателей 11. После прохождения зоны холодильной обработки птицы диоксидом углерода, подаваемым через ряд форсунок 12, тушки, закрепленные в подвеске 4 посредством цепной передачи 5, выводятся конвейером 2 через внутреннюю и наружную гибкие шторки 13, 14 из теплоизолированной камеры 1 [11].

**Методы исследования.** С целью реализации разработанного аппарата в промышленности специалистами в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности (университете) на кафедре «Теплохладотехника»

разработана действующая модель аппарата и произведены исследования режимов его работы.

Конструкция аппарата позволяет подавать снегообразный диоксид во внутреннюю полость тушек птицы (после чего отправлять на реализацию) и процесс охлаждения совмещать непосредственно с транспортировкой. Для этого в первой серии экспериментов были использованы тушки цыплят-бройлеров массой от 0,70 до  $2,50 \pm 0,05$  кг, во внутреннюю полость которых подавали снегообразный  $\text{CO}_2$  через генераторы-дозаторы, установленные в аппарате, затем тушки укладывали в полимерные контейнеры и помещали их в теплоизолированную камеру с температурой  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , моделирующую условия транспортировки в неохлаждаемом транспорте. Соответственно, при данных условиях максимально используется снегообразный диоксид углерода для отвода теплоты от продукта и обеспечивается высокая оборачиваемость аппарата, так как он используется только для подачи  $\text{CO}_2$  во внутреннюю полость продукта. Изменение температуры в тушке и в камере контролируется при помощи хромель-копелевых термодпар, сигнал от которых поступает на контроллер температуры. Результаты исследований представлены в таблице 1.

**Результаты исследования.** Анализ результатов эксперимента показал, что внутрь тушки массой  $2,50 \pm 0,05$  кг можно поместить до 0,210 кг снегообразного  $\text{CO}_2$ . Сублимация всего снега  $\text{CO}_2$  происходит в течение 62,1 мин, а среднеобъемная температура при этом устанавливается в пределах  $2^\circ\text{C}$ . Кроме того, процесс охлаждения внутреннего слоя мяса происходит довольно интенсивно до достижения криоскопической температуры, после чего температура падает незначительно. Это объясняется тем, что часть снегообразного  $\text{CO}_2$ , находящегося во внутренней полости тушки птицы, уже сублимировалась, и между костным скелетом тушки и хладагентом образовалась газовая подушка, создающая термическое сопротивление теплоотдаче.

Анализ характера изменения температуры на поверхности тушки показывает, что темп ее падения умеренный. Количество снега, помещенного во внутреннюю полость тушки птицы, достаточно для охлаждения и поверхностных слоев. Темп падения температуры поверхностного слоя еще сохраняется даже после сублимации диоксида углерода, что приводит к снижению температуры до  $3 \div 4^\circ\text{C}$ . Это позволяет

рекомендовать для тушек массой от 1,20 до 2,50±0,05 кг охлаждение снегообразным CO<sub>2</sub>, подаваемым только во внутреннюю полость.

В результате обследования внутренней полости тушки, после полной сублимации CO<sub>2</sub>, не зафиксировано подмораживание мяса, так как снегообразный диоксид углерода занимает внутреннюю полость птицы, защищенную костным скелетом, а потому не имеет непосредственного контакта с мясом. Также при сублимации снегообразного диоксида углерода образуется газовая прослойка между снегообразным CO<sub>2</sub> и мясом птицы, которая не допускает подмораживания мяса.

С уменьшением массы цыпленка-бройлера пропорционально уменьшается объем внутренней полости. Поэтому количества снегообразного CO<sub>2</sub>, вводимого во внутреннюю полость тушек массой от 1,0 до 0,70±0,05 кг, оказывается недо-

статочно для достижения нормируемой температуры. В связи с этим необходимо дополнительное охлаждение тушек цыпленка-бройлера с наружной поверхности. Для этого в разработанный аппарат через форсунки 12 подается газообразный диоксид углерода; соответственно, в следующих экспериментах с тушками массой от 1,0 до 0,70±0,05 кг было проведено снижение температуры в аппарате до 10±2°C. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Время охлаждения тушки цыпленка-бройлера массой 1,0±0,05 кг – 50 минут. Количество снегообразного диоксида углерода, подаваемого во внутреннюю полость тушки, составило 0,090±0,005 кг.

Охлаждение тушки птицы данной массы происходит более интенсивно по сравнению с экспериментом при температуре в камере 20±2°C.

Таблица 1

**Результаты охлаждения цыплят-бройлеров с введением снегообразного CO<sub>2</sub> во внутреннюю полость при температуре в камере 20±2°C**

Птица	Масса птицы, кг	Масса снегообразного CO <sub>2</sub> , кг	Темп-ра в камере, °C	Достигаемая средне-объемная темп-ра, °C	Время холодильной обработки, мин
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	2,50±0,05	0,210±0,005	20±2	2,0±0,5	62,1±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	2,30±0,05	0,199±0,005	20±2	2,3±0,5	59,2±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	2,15±0,05	0,190±0,005	20±2	2,5±0,5	57,0±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,70±0,05	0,176±0,005	20±2	3,2±0,5	53,4±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,60±0,05	0,159±0,005	20±2	3,5±0,5	50,2±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,32±0,05	0,130±0,005	20±2	3,7±0,5	47,0±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,20±0,05	0,096±0,005	20±2	3,9±0,5	46,1±2,0
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,00±0,05	0,090±0,005	20±2	4,3±0,5	40,0±2,0
Цыпленок-бройлер (2-й сорт)	0,85±0,05	0,080±0,005	20±2	5,2±0,5	35,0±2,0
Цыпленок-бройлер (2-й сорт)	0,70±0,05	0,068±0,005	20±2	6,5±0,5	30,5±2,0

Таблица 2

**Результаты охлаждения цыплят-бройлеров с введением снегообразного CO<sub>2</sub> во внутреннюю полость при температуре воздушно-газовой среды 10±2 °C**

Птица	Масса птицы, кг	Масса снегообразного CO <sub>2</sub> , кг	Масса газообразного CO <sub>2</sub> , кг	Σ масса CO <sub>2</sub> , кг	Время холодильной обработки, мин	Достигаемая средне-объемная темп-ра, °C
Цыпленок-бройлер (1-й сорт)	1,0±0,05	0,090±0,005	2,49±0,05	2,58±0,05	50,0±2,0	-0,2±0,5
Цыпленок-бройлер (2-й сорт)	0,85±0,05	0,080±0,005	2,19±0,05	2,27±0,05	45,4±2,0	1,4±0,5
Цыпленок-бройлер (2-й сорт)	0,70±0,05	0,068±0,005	1,87±0,05	1,94±0,05	40,1±2,0	2,0±0,5

Таким образом, для цыпленка-бройлера массой от 0,70 до 1,0±0,05 кг с подачей снегообразного диоксида углерода во внутреннюю полость, для достижения нормируемой температуры в тушке, необходимо в аппарате снизить температуру до 10±2°C, что позволит получить в тушке нормируемую температуру с увеличением расхода CO<sub>2</sub> [7], после достижения которой можно отправлять тушки на реализацию.

**Выводы.** Разработанный аппарат обеспечивает снижение расхода диоксида углерода при охлаждении, так как он позволяет подавать снегообразный CO<sub>2</sub> во внутреннюю полость тушки, тем самым диоксид углерода отводит теплоту непосредственно от продукта и не расходуется на отвод теплоты от окружающего воздуха. При недостатке снегообразного CO<sub>2</sub>, размещенного во внутренней полости для охлаждения тушки птицы до нормируемой температуры, в аппарате предусматривается комплексная обработка тушек. Подача CO<sub>2</sub> в снегообразной фазе во внутреннюю полость тушек и газообразного CO<sub>2</sub> на поверхность тушек проводится через форсунки, а для увеличения интенсивности теплообмена (при использовании аппарата для замораживания птицы) в нем предусматриваются осевые вентиляторы, что позволяет снизить время замораживания тушек птицы. Конструкция аппарата позволяет встраиваться в действующие традиционные технологические линии по обработке птицы, что приводит к снижению их стоимости.

### Литература

1. Бараненко А.В., Белозеров Г.А., Таганцев О.М. Состояние и перспективы развития холодильной отрасли России // Холодильная техника. – 2009. – № 3. – С. 20–24.
2. Баранник В.П. Хладоносители нового поколения // Холодильная техника. – 2003. – № 1. – С. 14–15.
3. Современные технологии и оборудование для холодильной обработки и хранения пищевых продуктов / Г.А. Белозеров, М.А. Дибирасулаев, В.Н. Корешков [и др.] // Холодильная техника. – 2009. – № 4. – С. 18–22.
4. Большаков О.В. Российская отраслевая наука: современные холодильные техноло-

гии и решение проблемы здорового питания // Холодильная техника. – 2002. – № 5. – С. 4–6.

5. Буянов О.Н., Горохов А.А., Неверов Е.Н. Исследование работы генератора-дозатора снегообразного диоксида углерода // Вестник Междунар. академии холода. – 2005. – № 4. – С. 20–21.
6. Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. Консервирование продуктов животного происхождения при субкриоскопических температурах: учеб. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
7. ГОСТ Р 52702-2006. Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части). Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2007. – 16 с.
8. Неверов Е.Н., Нечаев С.Н., Петров И.А. Определение количества диоксида углерода для холодильной обработки тушек птицы // Прогрессивные технологии и перспективы развития: сб. мат-лов II Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2010. – С. 150–152.
9. Неверов Е.Н., Гринюк А.Н., Третьякова Н.Г. Применение диоксида углерода для охлаждения тушек кролика // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/129-22318>.
10. Неверов Е.Н. Производство и применение диоксида углерода в промышленности. – Кемерово, 2012. – 180 с.
11. Пат. 2453779 Рос. Федерация. МПК F25D 3/12 F25D 13/00 / Буянов О.Н., Неверов Е.Н., Нечаев С.Н. Устройство для холодильной обработки тушек птицы диоксидом углерода. – Заявитель и патентообладатель Кемеров. технол. ин-т пищевой пром. – №2011101329/13; заявл.13.01.2011; опубл. 20.06.2012, Бюл.№ 17. – 5 с.

### Literatura

1. Baranenko A.V., Belozеров G.A., Tagantsev O.M. Sostoyanie i perspektivy razvitiya kholodil'noj otrasli Rossii // Kholodil'naya tekhnika. – 2009. – № 3. – С. 20–24.
2. Barannik V.P. Khladonositeli novogo pokoleniya // Kholodil'naya tekhnika. – 2003. – № 1. – С. 14–15.

3. *Sovremennye tekhnologii i oborudovanie dlya kholodil'noj obrabotki i khraneniya pishhevyykh produktov / G.A. Belozеров, M.A. Dibirasulaev, V.N. Koreshkov [i dr.] // Kholodil'naya tekhnika. – 2009. – № 4. – S. 18–22.*
4. *Bol'shakov O.V. Rossijskaya otraslevaya nauka: sovremennye kholodil'nye tekhnologii i reshenie problemy zdorovogo pitaniya // Kholodil'naya tekhnika. – 2002. – № 5. – S. 4–6.*
5. *Buyanov O.N., Gorokhov A.A., Neverov E.N. Issledovanie raboty generatora-dozatora snegoobraznogo dioksida ugleroda // Vestnik Mezhdunar. akademii kholoda. – 2005. – № 4. – S. 20–21.*
6. *Golovkin N.A., Maslova G.V., Skomorovskaya I.R. Konservirovanie pro-dukтов zhivotnogo proiskhozhdeniya pri subkrioskopicheskikh temperaturakh: ucheb. – M.: Agropromizdat, 1987. – 272 s.*
7. *GOST R 52702-2006. Myaso kur (tushki kur, tsyplyat, tsyplyat-brojlerov i ikh chasti). Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2007. – 16 s.*
8. *Neverov E.N., Nechaev S.N., Petrov I.A. Opre-delenie kolichestva dioksida ugleroda dlya kholodil'noj obrabotki tushek ptitsy // Progressivnye tekhnologii i perspektivy razvitiya: sb. mat-lov II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Tambov, 2010. – S. 150–152.*
9. *Neverov E.N., Grinyuk A.N., Tret'yakova N.G. Primenenie dioksida ugleroda dlya okhlazhdeniya tushek krolika // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 2. – URL: <http://www.science-education.ru/129-22318>.*
10. *Neverov E.N. Proizvodstvo i primenenie di-oksida ugleroda v promyshlennosti. – Kemerovo, 2012. – 180 s.*
11. *Pat. 2453779 Ros. Federatsiya. MPK F25D 3/12 F25D 13/00 / Buyanov O.N., Neverov E.N., Nechaev S.N. Ustrojstvo dlya kholodil'noj obrabotki tushek ptitsy dioksidom ugle-roda. – Zayavitel' i patentoobladatel' Kemerov. tekhnol. in-t pishhevoj prom. – №2011101329/13; zayavl.13.01.2011; opubl. 20.06.2012, Byul. № 17. – 5 s.*

УДК 631.363.258/638.178 2

**Д.Н. Бышов, Д.Е. Каширин,  
С.Н. Гобелев, Н.В. Ермаченков,  
В.В. Павлов**

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПЕРГОВЫХ ГРАНУЛ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК

**D.N. Byshov, D.E. Kashirin,  
S.N. Gobelev, N.V. Ermachenkov,  
V.V. Pavlov**

#### THE BEE-BREAD GRAINS MECHANICAL PURIFICATION FROM ORGANIC CAPSULE WORKING PROCESS RESEARCH

*Целью исследования являлось определение влияния продолжительности процесса очистки перговых гранул на процент перговых гранул, очищенных от органической оболочки. Получаемая сегодня в условиях пчеловодческой пасеки перга часто не соответствует требованиям государственного стандарта, так как извлекается из старых выбракованных сотов и поэтому сильно загрязнена. Основным трудноотделимым загрязнителем для перговых гранул являются органические коконы,*

*остающиеся в ячейках сота после вывода молодых пчел. Коконьы плотно облегают цилиндрическую поверхность гранул, ограничивая при этом возможность использования перги. Предложенные нами способы очистки перги от оболочек заключаются в механическом перемешивании извлеченных из сота гранул до тех пор, пока оболочки на гранулах полностью не разрушатся. При проведении экспериментальных исследований неочищенные гранулы перги подвергались воздействию трения о*