

Семей, Республика Казахстан; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Александр Альбертович Майоров – доктор технических наук, профессор ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Россия; e-mail: maiorov.alex@mail.ru.

Гульмира Амангазыевна Жумадилова – PhD, заведующая кафедрой «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-8860>.

Алибек Манарбекович Муратбаев – PhD, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: great_mister@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Маржан Мейрамбекқызы Ташыбаева – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7408-5906>.

Information about the authors

Aitbek Kalievich Kakimov* – doctor of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Alexander Albertovich Mayorov – doctor of technical sciences, professor Federal State Budget Scientific Institution Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnologies; Russian Federation; e-mail: maiorov.alex@mail.ru.

Gulmira Amangazievna Zhumadilova – PhD, Head of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhumadilovaga@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-8860>.

Alibek Manarbekovich Muratbayev – PhD, senior teacher of the Department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: great_mister@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0830-5007>.

Marzhan Meirambekovna Tashybayeva – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: marzhan06081990@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7408-5906>.

Материал 30.05.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-8

MPHTI:65.13.13

М.К. Шаяхметова^{1*}, А.Л. Касенов², Г.Б. Абдилова¹, Н.К. Ибрагимов¹

¹Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина,

010011, Республика Казахстан, г. Астана, пр. Женис, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Аннотация: В данной статье рассмотрим центрифугу для разделения жира от шквары для кормовой муки для животноводства. Сырье, необходимое для производства технического жира и сухих кормов, собирают во всех цехах и отделениях мясокомбината. Сырье делят на жирное и обезжиренное. Он может быть мягким и костистым. Сбор сырья можно соединить с сортировкой. Тепловая обработка сырья проводится сухим и влажным (мокрым) способами. Если используется сухой метод, необходимо провести повторную

сортировку коллагенового сырья. Это связано с тем, что под воздействием тепловой обработки происходит гидролиз коллагена, что приводит к образованию большого количества липкого бульона.

При сухом способе обеззараживание и увлажнение проводятся в одном аппарате, а при влажном методе в отдельном. Для получения безубыточного сырья при тепловой обработке обработка сырья в котлах при температуре 408 К занимает до 9 часов. При тепловой обработке сырья более эффективна обработка сухим способом, чем влажным.

Преимущество сухого метода заключается в том, что в процессе используется небольшое количество воды, которая производится только в одном аппарате и имеет хороший выход шквары и жира.

Недостатком влажного способа является то, что большая часть питательных веществ превращается в бульон, из-за чего снижается пищевая ценность шквары. Кроме того, увеличивается расход пара на выпаривание бульона, уменьшается выделение жира из-за его циркуляции в виде эмульсии. При повышенной кислотности получают жир второго сорта (при сухом способе – 80% первого сорта).

Ключевые слова: центрифуга, шквара, жир, кормовая мука, шнек, фильтрующий барабан, процесс разделения.

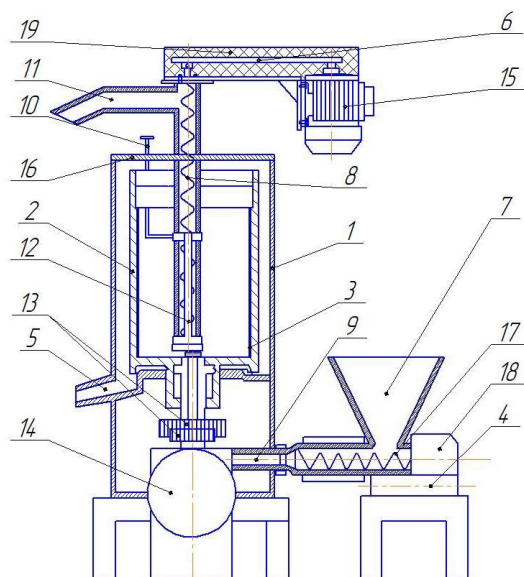
Введение

В настоящее время в различных отраслях промышленности используются девять основных видов центробежного оборудования. В их числе пять видов, непрерывно действующих, фильтровально-шнековые центрифуги, пульсирующие, инерционные, вибрационные выгрузки осадка и отстойно-шнековые центрифуги. Это наиболее эффективное устройство, используемое для разделения жидких гетерогенных систем [1, 2]. Однако в современных условиях технологические и динамические научные аспекты изучаются только в центробежных устройствах, которые постоянно работают, не достаточные исследования, предоставляя им центробежное оборудование. Это явно проявляется в высвобождении жидкой фазы из мясной промышленности. Это связано с тем, что мясные продукты представляют собой сложную коллоидную рассеянную систему, состоящую из плотно смежной влаги и сухих остатков с превосходной адсорбционной способностью. При изучении процесса разделения жидких неоднородных систем не хватает научных работ, которые придают процессу качественный и количественный характер, обращая внимание на технологические характеристики производства с геометрическими свойствами оборудования. Исследования, как правило, учитывают геометрические измерения и основаны на законах среднего значения. Он не может описать точный процесс поточного процесса. Эти условия показывают, что процесс разделения жидких неоднородных систем в центробежных устройствах по-прежнему требует много исследований [3].

Цель исследования. Усовершенствование центрифуги для разделения жира от шквары, произведены инженерные расчёты экспериментально-исследовательской центрифуги [4].

На рисунке 1 изображена экспериментальная фильтрующая центрифуга. Весь процесс состоит из собственно центробежного разделения и центробежного фильтрования через перфорированную внутреннюю поверхность барабана.

Шквара транспортируется из приемного бункера 7 с помощью шнека 8 питателя 4 по трубопроводу 9 подается во вращающийся внутри корпуса фильтрующий барабан 2. Продукт, непрерывно поступающий через трубопровод 9, под действием центробежной силы от центра фильтрующего барабана 2 отбрасывается к стенкам барабана. В этот момент происходит процесс отделения жидкой фракции, образуя кольцо под действием давления и силы инерции, выделенная жидкая фракция выходит через отверстия сетки барабана 3 и направляется по патрубку 5 для дальнейшей переработки, твердая фракция, не прошедшая через отверстия сетки барабана 3, снимается скребком 12, перенаправляется внутрь разгрузочного устройства и с помощью шнека вращающегося через клиноременную передачу 6 электродвигателем 15, подается в патрубок 11, после чего направляется на дальнейшую переработку.



1 – корпус; 2 – фильтрующий барабан; 3 – сетка; 4 – питатель; 5 – патрубок выгрузки жидкой фракции; 6 – клиноременная передача; 7 – бункер; 8 – шнек разгрузочного устройства; 9 – трубопровод; 10 – рычаг; 11 – патрубок разгрузочный; 12 – подвижный скребок; 13 – шестеренчатая передача; 14 – двигатель центрифуги; 15 – двигатель разгрузочного устройства; 16 – крышка центрифуги; 17 – шнек разгрузочного устройства; 18 – мотор-редуктор привода питателя; 19 – защитное ограждение клиноременной передачи

Рисунок 1 – Экспериментальная фильтрующая центрифуга для получения шквары

Материалы и методы исследований

Расчёт кинетических параметров процесса центрифугирования [5].

1.1 Средний логарифмический радиус параболоида вращения, $R_{\bar{n}\delta}$, м

$$R_{\bar{n}\delta} = R \frac{1 - \sqrt{1 - \varphi}}{2,3 \lg \frac{1}{\sqrt{1 - \varphi}}} = R \frac{1 - \sqrt{1 - 0,5}}{2,3 \lg \frac{1}{\sqrt{1 - 0,5}}} = 0,846R = 0,09 \text{ м}$$

1.2 Критерий Архимеда, Ar

$$Ar = \frac{d^3 \cdot g(\rho_1 - \rho_2) \cdot \rho_{\bar{n}}}{\mu^2} = \frac{(1,5 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 9,81 \cdot (985 - 914) \cdot 914}{(0,014)^2} = 10,962$$

1.3 Рассчитываем фактор разделения (критерий Фруда), Fr

$$Fr = \frac{n^2 \cdot D_{\bar{n}\delta}}{1800} = \frac{2500^2 \cdot 0,18}{1800} = 625$$

1.4. Вычисляем произведение критериев Ar и Fr

$$Ar \cdot Fr = 10,962 \cdot 625 = 6851,25$$

Полученное значение 6851,25 находится в диапазоне 3,6 – 84000, что соответствует переходному режиму осаждения при центробежном фильтровании. По номограмме Лященко $Ly = f(Ar)$ при $Ar = 10,962$ находим значение критерия Рейнольдса $Re = 19$ [6].

1.5. Для переходного режима рассчитываем скорость движения частиц при осаждении:

$$w_{i\delta n} = 0,152 \cdot \frac{\mu_c}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot Ar^{0,714} = 0,152 \cdot \frac{0,014}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 985} 11^{0,714} = 0,08 \text{ м/с}$$

1.6. Динамический параметр центрифугирования A_0 , показывающий интенсивность процесса выразится:

$$A_0 = \frac{\mu}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot (b \cdot Ar \cdot \frac{\omega^2}{g})^{\frac{1}{2-n}}$$

1.7. Для переходного режима центрифугирования геометрический параметр **b** определим из табл.43, стр.213 [7]:

$$b = \frac{1}{13,9} = 0,072$$

При этом показатель степени $n = 0,6$.

Угловая скорость движения системы в центрифуге:

$$\omega = \pi \cdot n / 30 = 3,14 \cdot 2500 / 30 = 261,7 \text{ с}^{-1}$$

1.8. Вычисляем динамический параметр процесса центрифугирования **A₀**:

$$A_0 = \frac{\mu}{d \cdot \rho_{\bar{n}}} \cdot (b \cdot Ar \cdot \frac{\omega^2}{g})^{\frac{1}{2-n}} = \frac{0,014}{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 985} \cdot \left(0,072 \cdot 11 \cdot \frac{(261,7)^2}{9,81} \right)^{\frac{1}{2-0,6}} =$$

$$= 0,009475 \cdot (5529,2)^{0,7143} = 4,47$$

1.9. Скорость движения частиц при центрифугировании определяем:

$$w_{\delta\delta} = A_0 \cdot R_x^{\frac{1}{2-n}} = 4,47 \cdot R_x^{0,7143}$$

Задаёмся числовыми значениями R_x и вычисляем $w_{\text{цф}}$ и $1/w_{\text{цф}}$ [8].

Таблица 1 – Числовые значения кинетических параметров центрифугирования

$R_x \text{ (м)}$	0,0125	0,0250	0,050	0,106
$w_{\text{цф}} \text{ (м/с)}$	0,195	0,321	0,526	0,900
$1/w_{\text{цф}} \text{ (с/м)}$	5,128	3,115	1,901	1,111

1.10. Интеграл продолжительности цикла центрифугирования решаем графически. Для решения выбирают следующие масштабы:

$$R: 10\text{мм} \rightarrow 0,05\text{м}$$

$$1/w_{\text{цф}}: 10\text{мм} \rightarrow 0,4 \text{ с/м}$$

$$1\text{см}^2 = R \cdot 1/w_{\text{цф}} = 0,05 \cdot 0,4 = 0,02 \text{ с.}$$

Величин $1/w_{\text{цф}}$ представляет собой темп движения частиц фугата (осветлённой жидкой фазы) при центрифугировании.

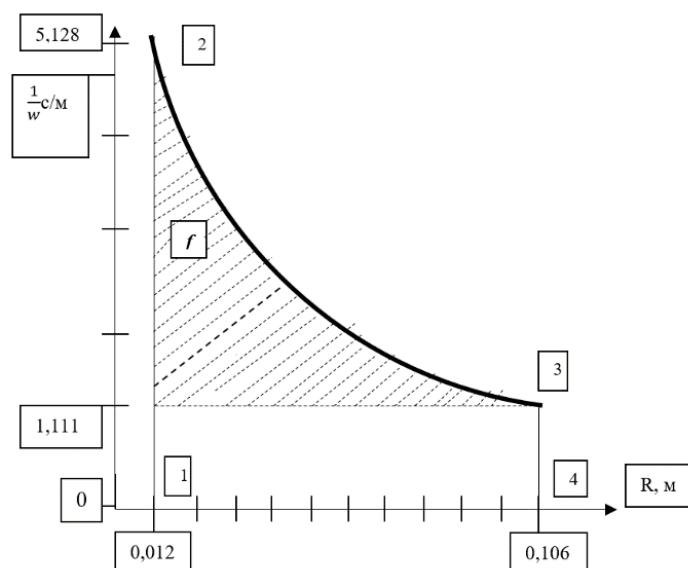


Рисунок 2 – Графическое отображение интеграла продолжительности цикла центрифугирования

Вычисляем под интегральную площадь (f), используя принятый выше масштаб:

$$0,106 / 0,05 = 2,12 \text{ см}; 0,012/0,05 = 0,24 \text{ см}; 5,128/0,4 = 12,82 \text{ см}; 1,111/0,4 = 2,78 \text{ см}$$

$$\begin{aligned} f &= f_1 - f_2 - f_3 = f_1 - f_2 - 0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) \cdot r = \\ &= (2,12 - 0,24) \cdot (12,82 - 2,78) - 0,5 \cdot (2,12 - 0,24) \cdot (12,82 - 2,78) - \\ &- 0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) r = 0,094 \cdot 4,017 - 0,5 \cdot 0,094 \cdot 4,017 - 0,5 \cdot (1,571 - 1,00) \cdot (5,128 - 1,111) \end{aligned}$$

где f_1 – площадь прямоугольника;

f_2 – площадь прямоугольного треугольника;

f_3 – площадь сегмента

($\alpha = 90/57,3 = 1,571$ рад; $\sin \alpha = 1,0$; $r = 2,12 - 0,24 = 1,88$).

$$\begin{aligned} f &= f_1 - f_2 - f_3 = (2,12 - 0,24) (12,82 - 2,78) - 0,5 \cdot (2,12 - 0,24) (12,82 - 2,78) - \\ &0,5 \cdot (\alpha - \sin \alpha) r = 1,88 \cdot 10,04 - 0,5 \cdot 1,88 \cdot 10,04 - 0,5 \cdot (1,571 - 1,0) \cdot 1,88 = 18,9 - 9,4 - 0,5 = 9 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

1.11. Определяем теоретическую единичную продолжительность центрифугирования (Θ):

$$\Theta = f \cdot \frac{R}{w} = 9 \cdot 0,118 = 1,06 \text{ с} \cong 1,1 \text{ с}$$

1.12. Средний радиус $R_x = 0,0484$ м; средняя арифметическая скорость движения частиц $w_{cp} = 0,4855$ м/с.

Тогда теоретическое время центрифугирования (Θ) с другой стороны определим:

Принимаем, как более достоверное, теоретическое время центрифугирования единицы массы $\Theta = 1,1$ с.

$$\Theta = \frac{R - R_1}{w_{\text{ред}}} = \frac{0,106 - 0,0484}{0,4855} = 0,12 \text{ с}$$

Полное время процесса включает в себя время на образования слоя осадка Θ_1 ; время на непосредственно на фильтрование и выход фугата Θ_2 .

Результаты и их обсуждение

Данную фильтрующую центрифугу применяем в непрерывном режиме работы. Центрифугирование происходит при постоянном числе оборотов (в данном опыте оптимальное значение $n = 2500$ об/мин). Расход энергии на преодоление сил инерции при непрерывном режиме, как известно, равен нулю. Полученное значение $v_{oc} = 0,24$ м/с практически подтверждает правильность принятой осевой скорости подачи по пункту 3.1. Окончательно принимаем $v_{oc} = 0,25$ м/с (с учётом возможных потерь энергии и сырья в процессе). Мощность на валу электродвигателя с учётом принимаемого среднего КПД передачи $\eta = 0,92$ и коэффициента запаса мощности $K = 1,1$ определим:

$$N_{\text{дв}} = K \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 610}{0,92} = 729,34 \text{ Вт}$$

По каталогу выбираем электродвигатель мощностью $N_{\text{дв}} = 0,75$ кВт с синхронной частотой вращения 1000 об/мин 4A90L6УЗ.

Заключение: на основе проведения расчетных данных усовершенствование центрифуги для разделения жира от шквары, установили, что в производстве сухих кормов шквара представляет собой компонентов суспензионных и эмульсионных, процесс разделения которых следует совершенствовать путем фильтрации в центрифуге, определили теоретическую единичную продолжительность центрифугирования (Θ): Средний радиус $R_x = 0,0484$ м; средняя арифметическая скорость движения частиц $w_{cp} = 0,4855$ м/с, тогда теоретическое время центрифугирования (Θ) приняли достоверное время центрифугирования единицы массы $\Theta = 1,1$ с. Полное время процесса включает в себя время

на образования слоя осадка Θ_1 ; время на непосредственно на фильтрование и выход фугата Θ_2 .

Список литературы

1. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – р.5. – 328 с.
2. Соколова А.Я., Основы расчета и конструирования машин и автоматических пищевых производств // Издательство «Машиностроение» Москва. – 1969. – 132-139 с.
3. Уразбаев Ж.З., Уалиев С.Н., Какимов А.К., Кабулов Б.Б., Основы механической обработки сырья животного и растительного происхождения и технологии производства комбинированных мясных продуктов, Семей. – 2010 – 58-59 с.
4. Пат. 35832, Казахстан, МПК 51 В02С 18/36 (2006.01). Центрифуга для разделения жидких неоднородных систем // Шаяхметова М.К., Касенов А.Л., Ибрагимов Н.К., РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» бюл. № 45 – 09.09.2022. – 4 с.
5. Иванов А.А. Исследование рубящего резания мясокостного сырья с целью совершенствования соответствующего оборудования: автореферат диссертации ... канд.тех. наук. - М.: МТИММП. – 1981. – 20 с.
6. Илюхин В.В. Коваленко В.Н., Тлегенов Ш.К. Прочностные характеристика порошкообразного мясокостного сырья и его компонентов. – Мясная индустрия СССР, 1983. № 6, – С. 37-38.
7. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. – М.: Высшая школа, 1972. – С. 84-93.

References

1. Peleev A.I. Technological equipment of meat industry enterprises. – M.: Food industry, 1971. – p.5. – 328 c. (In Russian).
2. Sokolova A.Ya., Fundamentals of calculation and design of machines and automatic food production // Publishing House "Mashinostroenie" Moscow. – 1969. – 132-139 p. (In Russian).
3. Urazbaev Zh.Z., Ualiev S.N., Kakimov A.K., Kabulov B.B., Fundamentals of mechanical processing of raw materials of animal and vegetable origin and technology of production of combined meat products, Semey. – 2010 – 58-59 c. (In Russian).
4. Pat. 35832, Kazakhstan, MPK 51 V02S 18/36 (2006.01). Tcentrifuga dlia razdeleniia zhidkikh neodnorodnykh sistem [Centrifuge for separation of liquid heterogeneous systems] // Shayakhmetova M.K., Kassenov A.L., Ibragimov N.K., RGP «Natsionalnyi institut intellektualnoi sobstvennosti» biul. № 45 – (09.09.2022). – 4 s. (In Russian).
5. Ivanov A.A. Research of chopping cutting of meat and bone raw materials in order to improve the appropriate equipment: abstract of the dissertation ... Candidate of Technical Sciences. – M.: MTIMMP, 1981. – 20 p. (In Russian).
6. Ilyukhin V.V. Kovalenko V.N., Tlegenov Sh.K. Strength characteristics of powdered meat and bone raw materials and its components. - Meat industry of the USSR, 1983. No. 6, pp. 37-38. (In Russian).
7. Gul V.E., Kuleznev V.N. Structure and mechanical properties of polymers. – M.: Higher School, 1972. – Pp. 84-93.

М.К. Шаяхметова^{1*}, А.Л. Касенов², Г.Б. Абдилова¹, Н.К. Ибрагимов¹

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

²С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университеті,
010011, Қазақстан, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

ЦЕНТРИФУГАЛАУ ПРОЦЕСІНДЕГІ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСЕПТЕУ

Бұл мақалада мал шаруашылығына арналған жемдік ұнға ет-сүйекті шыжықтан майды бөлуге арналған центрифуганы қарастырамыз. Техникалық май мен құрғақ жем өндіруге қажетті шикізат ет комбинатының барлық цехтары мен бөлімшелерінде жиналады. Шикізат майлы және майсыз болып бөлінеді. Ол жұмсақ және сүйекті болуы мүмкін. Шикізатты жинауды сұрыптауға болады. Шикізатты термиялық өңдеу құрғақ және

ылғалды (дымқыл) тәсілдермен жүргізіледі. Егер құрғақ әдіс қолданылса, коллаген шикізатын қайта сұрыптау қажет. Себебі термиялық өңдеудің әсерінен коллаген гидролизі жүреді, бұл жабысқақ сорпаның көп мөлшерін тудырады.

Құрғақ әдіспен дезинфекциялау және ылғалдандыру бір аппаратта, ал дымқыл әдіспен-бөлек жүргізіледі. Жылулық өңдеу кезінде залалсыз шикізат алу үшін 408 K температурада қазандықтарда шикізатты өңдеу 9 сағатқа дейін созылады. Шикізатты термиялық өңдеуде ылғалды өңдеуге қарағанда құрғақ өңдеу тиімдірек.

Құрғақ әдістің артықшылығы-бұл процесте аз мөлшерде су қолданылады, ол тек бір аппаратта өңделіп, шыжық пен майдың бөлінуі жақсы жүреді.

Ылғалды әдістің кемшілігі – қоректік заттардың көп бөлігі сорпаға айналады, бұл шыжықтың тағамдық құндылығын төмендетеді. Сонымен қатар, сорпаны буландыру үшін бу шығыны артады, эмульсия түрінде болуына байланысты майдың бөлінуі азаяды. Қышқылдықтың жоғарылауымен екінші сортты май алынады (құрғақ әдіспен – бірінші сортты, 80%).

Түйін сөздер: центрифуга, шыжық май, жем ұны, шнек, сүзгіш барабан, ажырату процесі.

M. Shayakhmetova¹, A. Kasenov², G. Abdilova¹, N. Ibragimov¹

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str. 20A

²S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University,

010011, Kazakhstan, Astana, Zhenis avenue, 62

*e-mail: madina07sh@mail.ru

CALCULATION OF KINEMATIC PARAMETERS THE CENTRIFUGATION PROCESS

In this article, we will consider a centrifuge for separating fat from flakes for feed flour for animal husbandry. The raw materials necessary for the production of technical fat and dry feed are collected in all workshops and departments of the meat processing plant. Raw materials are divided into fat and fat-free. It can be soft and bony. The collection of raw materials can be combined with sorting. Heat treatment of raw materials is carried out by dry and wet (wet) methods. If the dry method is used, it is necessary to re-sort the collagen raw materials. This is due to the fact that under the influence of heat treatment, collagen hydrolysis occurs, which leads to the formation of a large amount of sticky broth.

With the dry method, disinfection and humidification are carried out in one device, and with the wet method – in a separate one. To obtain break-even raw materials during heat treatment, processing of raw materials in boilers at a temperature of 408 K takes up to 9 hours. During the heat treatment of raw materials, dry processing is more effective than wet.

The advantage of the dry method is that a small amount of water is used in the process, which is produced only in one apparatus and has a good yield of flakes and fat.

The disadvantage of the wet method is that most of the nutrients are converted into broth, which reduces the nutritional value of the pork. In addition, the steam consumption for evaporation of the broth increases, the release of fat decreases due to its circulation in the form of an emulsion. With increased acidity, second-grade fat is obtained (with the dry method – 80% of the first grade).

Key words: centrifuge, flakes, fat, feed flour, auger, filter drum, separation process.

Сведения об авторах

Мадина Канатовна Шаяметова* – докторант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>.

Амиржан Леонидович Касенов – доктор технических наук, и.о. профессора кафедры «Технология пищевых и перерабатывающих производств». Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина; Республика Казахстан; e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Галия Бекеновна Абдилова – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени

Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Надир Кадырович Ибрагимов – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мадина Канатовна Шаяхметова* – «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының докторанты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>.

Амиржан Леонидович Касенов – техника ғылымдарының докторы, Тамақ және өңдеу өнеркәсібінің технологиясы кафедрасының профессор м.а., С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан; e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Галия Бекеновна Абдилова – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Надир Кадырович Ибрагимов – техника ғылымдарының кандидаты, «Технологиялық жабдықтар және машинажасау» кафедрасының аға оқытушысы; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Information about the authors

Madina Shayakmetova* – doctoral student of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: madina07sh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5133-4348>

Amirzhan Kassenov – doctor of Technical Sciences, professor of the department of «Food Technology and Processing Products», Kazakhstan. e-mail: amirzhan-1@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-1128>.

Galiya Bekenovna Abdilova – Candidate of technical sciences, professor of the department «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: abdilova1979@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6647-6314>.

Nadir Ibragimov – candidate of Technical Sciences, senior lecturer «Technological equipment and mechanical engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: ibragimnk@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-823X>.

Материал поступил в редакцию 30.05.2023 г.