

Наименование проекта: ИРН №АР09259673 «Разработка интенсивного устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения».

Актуальность: как известно развитие сельскохозяйственных животных и птиц, а также пищевой мясомолочной продукции зависит от удовлетворения потребности сельскохозяйственных животных и птиц в питательных и биологически активных веществах. Одним из полноценных компонентов в комбикормах является кормовая мука животного происхождения. Особенное значение в увеличении производства кормовой муки имеет использование непищевого сырья, ветеринарных конфискатов и т.п., образующих так называемые отходы. В производстве кормовой муки важнейшими процессами являются сушка, измельчение и перемешивание. Анализ сушильного оборудования на современном этапе позволяет констатировать, что эффективным средством интенсификации и повышения качества сушки является совмещение сушки с измельчением и перемешиванием в одном аппарате, что позволяет повысить скорость протекания тепло- и массообмена, сократить производственные издержки и получить высококачественные корма из различных отходов животного происхождения. Кроме того, сочетание измельчения с перемешиванием и сушкой позволяет проводить достаточно глубокое обезвоживание материала, но в ряде подобных установках имеются недостатки, что является весьма актуальным.

Цель: разработка, конструирование и внедрение интенсивного устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения.

Ожидаемые результаты: будет установлено до 7-10 основных факторов, влияющих на комбинированный процесс сушки с измельчением и перемешиванием при производстве кормовой муки животного происхождения. Будет разработана математическая модель процесса тепломассопереноса и сегрегации. Будет проведено экспериментальное исследование теплофизических и физико-механических свойств отходов и кормовой муки животного происхождения. Будут поданы заявки на получение патентов, включенных в базу данных Derwent Innovations Index (Web of Science, Clarivate Analytics). Будет разработана конструкторская документация на опытный образец устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения. Будет получен опытный образец устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения. Будут опубликованы результаты исследований в статьях и (или) обзорах в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти), в статье или обзоре в рецензируемом научном издании, входящем в 1 (первый) или 2 (второй) квартиль в базе Web of Science и (или) имеющем процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 65 (шестидесяти пяти), а также в статьях или

обзорах в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСОН, книгах и монографии. Будет проведено испытание опытного образца устройства для сушки, измельчения, перемешивания частиц кормовой муки из отходов животного происхождения. Будет выработано с помощью сконструированного устройства для сушки, измельчения и перемешивания партии костной и мясокостной муки 1, 2, 3 сортов и проведено исследование на соответствие действующему ГОСТу 17536-82 «Мука кормовая животного происхождения». Будет заключено лицензионное соглашение по объекту интеллектуальной собственности. Будет разработана научно-техническая, конструкторская документация согласно требований единой системы технологической и конструкторской документации, действующих стандартов и нормативно-правовых документов для серийного изготовления и внедрения устройства для сушки, измельчения и перемешивания с исключением всевозможных рисков. Полученные результаты будут представлены на конференциях или семинарах (форумах).

Достигнутые результаты: выявлены факторы, влияющие на процесс сушки, измельчения и перемешивания. Определен круг основных и второстепенных факторов, влияющих на процесс сушки, измельчения и перемешивания. Это температура сушильного агента в рабочих зонах сушки, измельчения и перемешивания; скорость подачи сушильного агента в рабочие зоны сушки, измельчения и перемешивания; частота вращения ударных элементов для измельчения и лопастей для перемешивания; разновидность загружаемого сырья в устройство для сушки, измельчения, перемешивания (размер, содержание влаги и жира, плотность и т.д.); длительность процессов; пассивные зоны; конструктивные параметры (конструкция ударных элементов и лопастей, конструкция отбойных элементов, количество ударных элементов и лопастей, зазор между ударными и отбойными элементами, отверстия в сменном решете и т.д.). Данные факторы являются важными и взаимосвязанными при работе устройства для сушки, измельчения, перемешивания. В части разработки математической модели записано дифференциальное уравнение тепломассопереноса в частных производных цилиндрических координатах, а также граничные и начальные условия. Показаны возможные пути решения приближенными методами полученных уравнений. Сделан обзор возможно спонтанно протекающего процесса сегрегации, когда происходит перераспределение состава костной массы по крупности и образуются неоднородные слои. Указаны пути технического преодоления процесса сегрегации. В результате серии экспериментов были получены данные теплопроводности шквары и кормовой костной муки, на основе которых были построены экспериментальные графики. Среднее значение теплопроводности по данным исследования составила для шквары $\lambda_{шк.}=0,1100$ Вт/(м*К), кормовой костной муки $\lambda_{км.}=0,0830$ Вт/(м*К) соответственно. Получены расчетные данные температурапроводности шквары и кормовой костной муки. Среднее значение температурапроводности для

шквары при плотности 1000 кг/м^3 и удельной теплоемкости при температуре 20°C - $583 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ составила $a_{\text{шкк}}=18,6\cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}$. Среднее значение температуропроводности для кормовой костной муки при плотности 880 кг/м^3 и удельной теплоемкости при температуре 20°C - $1717 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ составила $a_{\text{ккм}}=5,5\cdot 10^8 \text{ м}^2/\text{с}$. На основе полученных данных в зависимости $a=f(\rho_n)$ и $a=f(W)$ сделаны следующие выводы: при изменении насыпной плотности определяющее влияние на коэффициент температуропроводности шквары и кормовой костной муки оказывает объемная теплоемкость, а при изменении влажности - коэффициент теплопроводности. Установлено, что режим работы устройства для сушки, измельчения и перемешивания зависит от влагосодержания в перерабатываемом объекте. Выявлено, что при понижении влаги в перерабатываемом объекте снижается коэффициент теплопроводности и следовательно следует повышать температуру нагрева до $t=120-250^\circ\text{C}$ в зависимости от длительности сушки. Экспериментально получена зависимость реологических свойств отходного сырья животного происхождения от длительности времени и температуры, влажности. Исходя из аксиом и гипотез выявлено, что длительность сушки также зависит от площади вновь образованной поверхности в перерабатываемом объекте и степени измельчения, стремящейся к увеличению $i=4-7$. По результатам проведенных исследований поданы заявки на изобретения в Национальный институт интеллектуальной собственности Республики Казахстан и в Евразийское патентное ведомство.

Члены исследовательской группы:

Руслан Маратбекович Искаков - кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), руководитель проекта

(*Scopus Author ID: 55965285900, Researcher ID: P-7436-2017,*
<https://orcid.org/0000-0002-5948-2636>,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55965285900>;

<https://publons.com/researcher/2045750/ruslan-maratbekovic-m-iskakov/>;

<https://orcid.org/0000-0002-5948-2636>);

Григорий Анатольевич Заичко - кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), старший научный сотрудник;

Альпеисов Есенбай Ашималиевич – доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник;

Султанбек Сансызбаевич Исенов - кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), научный сотрудник

(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55565980900>,

<https://publons.com/researcher/1933590/sultanbek-s-issenov/>);

Мухтарбек Муханович Какимов - кандидат технических наук, ассоциированный профессор (доцент), научный сотрудник

(*Scopus Author ID: 57191586199, https://orcid.org/0000-0002-1190-2195*);

Индира Кабдракымовна Мамырбаева – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник;

Гульмира Кусаиновна Кубентаева - кандидат технических наук, инженер-конструктор;

Алмагуль Каирбергеновна Мергалимова – доктор философии (PhD), младший научный сотрудник

(*Scopus Author ID: 57202363283, <https://orcid.org/0000-0002-5990-8182>*);

Арман Базарханович Рустембаев - доктор философии (PhD), младший научный сотрудник

(*Scopus Author ID: 57205647876, <https://orcid.org/0000-0002-1250-8034>*);

Сұлтан Барлымбайұлы Ыбрай - магистр технических наук, лаборант

Информация для потенциальных пользователей: целевыми потребителями результатов проекта являются мясо- и птицеперерабатывающие предприятия, фермерские и животноводческие хозяйства, кормоприготовительные цеха. Ожидается, что сельскохозяйственные животные и птицы получат необходимое количество высокопитательных белковых кормов, что благополучно скажется и на продукции животноводства (молоко, мясо и др.) и птицеводства (яйца, мясо, бульон и др.).

Дополнительная информация: будет получен высокий социальный и экологический эффект.