

Наименование проекта: ИРН №АР09562082 «Создание ударно-зубчатых молотков для интенсивного измельчения кормов из отходов животного происхождения».

Актуальность: важное значение в увеличении производства кормов имеет использование отходов животного происхождения. При этом в производстве кормов важнейшим процессом является измельчение. Существенным и актуальным вопросом измельчения является обеспечение процессов измельчения отходов животного происхождения новым и интенсивным оборудованием, способствующим получению качественной кормовой продукции с повышенными технико-экономическими показателями. Как известно в молотковых дробилках преимущественным методом измельчения является метод измельчения посредством ударов молотками, однако здесь же можно в процессе ударов молотков наблюдать и раскалывание, особенно если все ударные поверхности молотков снабдить зубцами, что значительно интенсифицирует образование трещин и щелей в измельчаемом сырье. Поэтому создание интенсивной техники для измельчения отходов животного происхождения, направленного на кормовые цели, является актуальной темой для научного исследования.

Цель: конструирование и внедрение ударно-зубчатых молотков для интенсивного измельчения частиц кормовой муки из отходов животного происхождения.

Ожидаемые результаты: будут сконструированы и внедрены опытные образцы ударно-зубчатых молотков для интенсивного измельчения кормов из отходов животного происхождения. Ожидается установить до 3-5 основных факторов, влияющих на интенсивный процесс измельчения кормов животного происхождения, что позволит разработать оптимальную конструкцию ударных элементов для интенсивного измельчения кормов животного происхождения. Ожидается разработать математическую модель трещинообразования в отходах животного происхождения при интенсивном измельчении ударно-зубчатыми молотками, что позволит рационализировать режим работы дробилки. Будут опубликованы результаты прикладных научных исследований в не менее 1 (одной) статье, опубликованной, принятой в печать или поданной в рецензируемое научное издание, входящее в Science Citation Index Expanded или Social Science Citation Index в базе Web of Science и (или) имеющие процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти). Результаты научных исследований будут опубликованы в научных изданиях, рекомендованных КОКСОН. Будут опубликованы учебное пособие «Ударные элементы дробилок» в зарубежном издательстве, монография «Интенсивное измельчение ударом частиц кормовой костной муки». Технические решения, полученные в рамках проведения проекта, будут защищены охранными документами Республики Казахстан, Евразийского патентного ведомства. 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 разработанных молотков. Для распространения результатов работ среди потенциальных пользователей, сообщества ученых и широкой общественности, результаты проекта будут докладываться на конференциях, семинарах, форумах, публиковаться в изданиях.

Достигнутые результаты: сконструированы и испытаны опытные образцы ударно-зубчатых молотков для интенсивного измельчения кормов из отходов животного происхождения. Имеется акт о внедрении. Установлены основные факторы, влияющие на интенсивный процесс измельчения кормов животного происхождения, в частности наличие пассивных зон на рабочих элементах дробилок, недостаточная работоспособность рабочих поверхностей молотков, длительность образования трещин в раскалывающихся частицах кормов животного происхождения, конструкция рабочей поверхности молотка, наличие зубьев и угол профиля зубьев на рабочих поверхностях молотка. Разработана математическая модель трещинообразования в отходах животного происхождения при интенсивном измельчении ударно-зубчатыми молотками, в частности представлено математическое описание ударного воздействия остроконечных зубьев молотка по измельчаемым частицам корма животного происхождения с применением теоремы об изменении количества движения, гипотезы Ф. Кика. Выявлено, что в результате удара остроконечного зуба молотка об измельчаемый материал, происходит мгновенное образование трещины, при этом форма трещины повторяет форму зуба. Усилие со стороны щеки зуба на элемент разлагается на вертикальную составляющую F_v , создающую плоскость трещины и на горизонтальную составляющую, раздвигающую разделенные половинки элемента в направлениях, перпендикулярных плоскости разрыва. Нормальное давление на щеке зуба H_z и сила трения F_z дают суммарную силу реакции R . В результате получены зависимости раздвигающегося усилия от угла острия зуба при различных коэффициентах трения $\eta=0,8-0,2$. Оптимальные углы остроконечного зуба определены в диапазоне $\alpha=30-50^\circ$, для которых будет наибольший разброс. Результаты прикладных научных исследований поданы в печать в рецензируемое научное издание, входящее в Science Citation Index Expanded или Social Science Citation Index в базе Web of Science и (или) имеющие процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти). Результаты научных исследований опубликованы в научных изданиях, рекомендованных КОКСОН. Издано электронное учебное пособие «Ударные элементы дробилок» в издательстве Бук (г. Казань, Россия) с получением ISBN 978-5-00118-800-1. Издана монография «Интенсивное измельчение ударом частиц кормовой костной муки» с ISBN 978-601-257-342-8 и решением Ученого совета КазАТУ им. С.Сейфуллина (научное издание, приравненное к перечню изданий, рекомендуемых КОКСОН). Технические решения, полученные в рамках проведения проекта, защищены охранными документами Республики

Казахстан. Подана заявка в Евразийское патентное ведомство. Разработана научно-техническая документация в виде отчета о проведении патентно-информационных исследования по теме проекта. Разработана конструкторская документация согласно требований единой системы технологической и конструкторской документации, действующих стандартов и нормативно-правовых документов для серийного изготовления и внедрения разработанных молотков.

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;

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

(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55565980900>,
<https://publons.com/researcher/1933590/sultanbek-s-issenov/>)

Список публикаций и патентов опубликованные в рамках данного проекта: (со ссылками на них):

1 Искаков Р.М., Исенов С.С., Заичко Г.А. Статья «Системный анализ ударно-раскалывающего измельчения в молотковой дробилке». Издательство Карагандинского технического университета, республиканский журнал «Труды университета», № 3(84) 2021. - С. 54-60 (научное издание, рекомендованное КОКСОН МОН РК). <http://tu.kstu.kz/archive/issue/89>

2 Искаков Р.М. Полезная модель «Зубчато-гребенчатый молоток молотковой дробилки». Патент РК на полезную модель № 6469. НИИС МЮ РК, опубл. 01.10.2021 г.
<https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=345573>

3 Искаков Р.М. Полезная модель «Зубчато-стержневой молоток молотковой дробилки». Патент РК на полезную модель № 6470. НИИС МЮ РК, опубл. 01.10.2021 г.
<https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=345572>

4 Искаков Р.М. Авторское свидетельство № 17405 от 12.05.2021 г., выданное Национальным институтом интеллектуальной собственности Министерства Юстиции РК. Произведение науки «Механикалық үрдістер». <https://copyright.kazpatent.kz/>

5 Искаков Р.М. Авторское свидетельство № 18490 от 08.06.2021 г., выданное Национальным институтом интеллектуальной собственности

Министерства Юстиции РК. Производство науки «Машины и оборудование для приготовления кормов». <https://copyright.kazpatent.kz/>

6 Iskakov, R.M., Issenov, S.S., Nukeshev, S., Kaspakov, E., Mamyrbaeva, I. and Ukenova A. Development and Justification of the Working Bodies of a Hammer Crusher for Intensive Grinding of Bone Feed Meal. *Agriculture* (Manuscript ID: agriculture-1454731). Статус – подана 24.10.2021 г. (научное издание, имеющее процентиль 63 (шестьдесят три) по CiteScore в базе Scopus.

7 Искаков Р.М., Исенов С.С., Заичко Г.А. Заявка в Евразийское патентное ведомство, № рег. KZ2021/048 от 16.09.2021 г. на выдачу патента по изобретению «Молоток для дробления и измельчения».

8 Искаков Р.М. Интенсивное измельчение ударом частиц кормовой костной муки. Монография. – Нур-Султан: КазАТУ им. С. Сейфуллина, 2021. – 160 с. ISBN 978-601-257-342-8 (научное издание, приравненное к перечню изданий, рекомендуемых КОКСОН МОН РК).

9 Искаков Р.М., Заичко Г.А., Исенов С.С. Ударные элементы дробилок. Учебное пособие. – Казань: Бук, 2021. – 154 с. ISBN 978-5-00118-800-1.

10 Искаков Р.М., Исенов С.С., Заичко Г.А. Статья «Разработка ударно-зубчатых молотков на основе анализа теоретических исследований трещинообразования». Издательство Карагандинского технического университета, республиканский журнал «Труды университета». Статус – подана 07.10.2021 г. (научное издание, рекомендованное КОКСОН МОН РК, статус – ожидает публикации).

11 Искаков Р.М. Полезная модель «Устройство для дробления». Патент РК на полезную модель № 6519. НИИС МЮ РК, опубл. 15.10.2021 г. <https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=345571>

12 Искаков Р.М., Исенов С.С., Заичко Г.А. Патент на полезную модель «Ударно-зубчатый молоток для измельчения» по заявке № 6706. НИИС МЮ РК, опубл. 26.11.2021 г. <https://gosreestr.kazpatent.kz/Utilitymodel/Details?docNumber=347892>

13 Искаков Р.М., Мамырбаева И.К., Гуляренко А.А., Силаев М.Ю., Гусев А.С. Принята к публикации статья в Scopus. Research of Impact-toothed Hammers for Grinding Feed Meal of Animal Origin // RUSSIAN ENGINEERING RESEARCH (Вестник машиностроения), с последующим размещением в базе цитирования (процентиль 39).

Информация для потенциальных пользователей: целевыми потребителями изготовленных ударно-зубчатых молотков являются мясо- и птицеперерабатывающие предприятия, фермерские и животноводческие хозяйства, кормоприготовительные цеха, которые будут с помощью молотков производить безотходную переработку сырья животного происхождения и получать доходы от производства кормов из отходов животного происхождения.

Дополнительная информация: будет получен высокий социальный, экономический, экологический, научно-технический, мультипликативный и технологический эффект.