

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2023)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/UAET1531>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Waigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

***О. Т. Каурбай¹, А. В. Маздубай², С. И. Деревягин³**

^{1,2,3}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: oljaskairbaev@mail.ru

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ

После сравнительного анализа различных оборудований переработки твёрдых отходов, конструкций инструментов, наблюдение за их рабочими процессами привело к выводу о том, что они имеют низкий уровень ресурсосбережения и изнашиваются нерационально. В процессе литературного обзора был выявлен достаточно высокий спрос на разборный инструмент для оборудования по переработке твёрдых отходов. Разработан рабочий проект разборного инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов. Затем была разработана методика экспериментальных исследований по определению оптимальных конструктивных параметров инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов, изготовлены и испытаны 3д модели инструментов для оборудования по переработке твёрдых отходов в различных вариациях. Испытания показали устойчивую работу разборного инструмента при переработке металлической стружки стали 45. В данной статье представлен рабочий проект разборного инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов и разработанный алгоритм расчета конструктивных параметров инструмента, который внесён в программу проектирования инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов в Microsoft Office Excel. Эта программа позволяет сконструировать модель инструмента в соответствии с конструктивными параметрами, техническими характеристиками оборудования, потребностями и возможностями деятельности.

Ключевые слова: переработка ТБО, утилизация, ТБО, твёрдые отходы, инструмент.

Введение

В мире предлагаются и разрабатываются всевозможные стратегии вторичной переработки. В реальное время большой прогресс достигнут в механической и химической переработке, но они отличаются по степени распространенности, по собственным плюсам и дефектам. Механическая переработка с поддержкой надлежащих установок гарантирует несложное вторичное внедрение тех же самых материалов с учетом кое-каких утрат в их свойствах.

В Казахстане скопилось столько ТБО, что с 2019 года власти не разрешили захоронение на мусорных полигонах пластмассы, бумаги и стекла без подготовительной сортировки. Данной мерой министерство энергетики пробует

увеличить степень переработки отходов и ввести отдельный сбор мусора населения.

Каждый год в Казахстане появляется 5–6 млн. тонн ТБО. В ближайшие годы стоит ждать наращивания размеров образования ТБО за счет увеличения номенклатуры продовольственных и непродовольственных продуктов, ассортимента и обливок упаковки для них, подъема уровня жизни населения.

По итогам проведенных исследований ТОО «Оператор РОП» определен морфологический состав ТБО [1]:

- 1) Пищевые отходы – 31.1 %;
- 2) Макулатура – 25.2 %;
- 3) Полимер (пластмасса) – 11.2 %;
- 4) Стекло – 6.1 %;
- 5) Металлы – 3.4 %;
- 6) Прочие – 23 %.

В работе [2] проанализированы применяемые устройства, оборудования для дробления твёрдых отходов и существующие конструкции инструментов для переработки ТБО.

В качестве основной для исследования была выбрана конструкция двухвального шредера серии DB производства ООО «ИНФЕЛКО» [3].



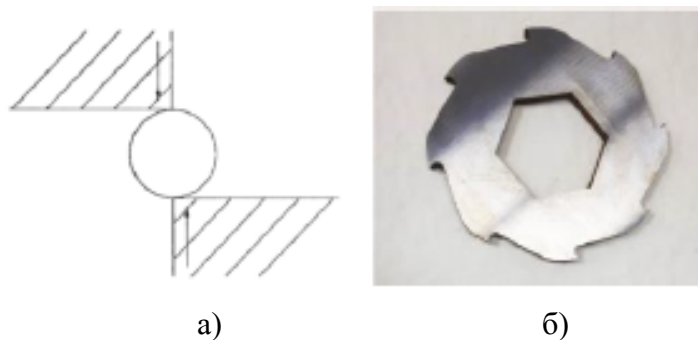
а)

б)

Рисунок 1 – Двухвальный шредер DB-5: а – вид спереди; б – вид сзади

Материалы и методы

Так как, принцип резки осуществляется под углом 90° , углы между поверхностями лезвий и горизонтально, вертикально – прямые (рисунок 2, а) [4].

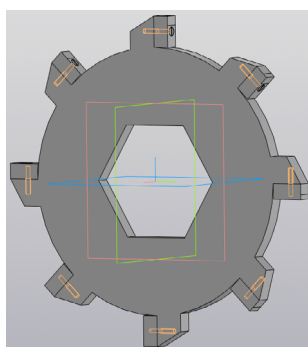


а) б)
Рисунок 2 – Крюкообразный нож для шредера

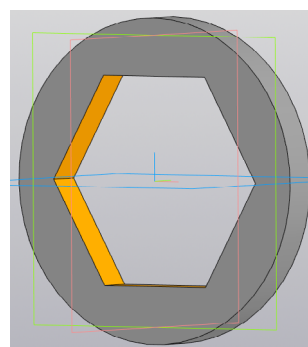
а – принцип резки; б – распространенный крюкообразный

Для разработки ножа был взят за основу крюкообразный нож с 6-ти угольным посадочным отверстием (рисунок 2, б).

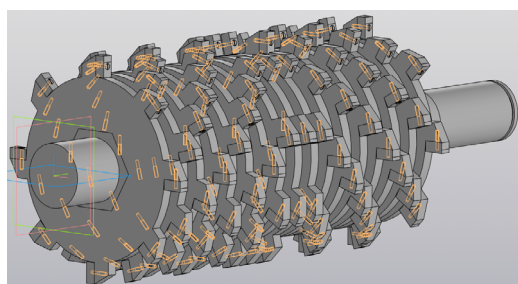
Лезвия имеют твёрдость 58HRC, высокую износостойчивость кромок.



а)



б)



в)

Рисунок 3 – 3D модели ножа

а – нож со сменными лезвиями; б – кольцо; в – ножи и кольца на роторе;

Между ножами устанавливаются дистанционные кольца меньшего диаметра, которые при сборке двух роторов создают определенное перекрытие между ножами ротора (рисунок 3, б).

Благодаря многогранному сердечнику ротора ножи крепятся в определенном порядке, который позволяет каждому последующему ножу в наборе иметь радиальное угловое смещение относительно предыдущего. Что обеспечивает более надежную фиксацию и необходимый размер дробления (рисунок 3, в).

Результаты и обсуждение

Программа проектирования инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов представлена на рисунке 4, где числовые ячейки с толстыми внешними границами – вводные данные; прочие числовые ячейки имеют функцию

Исходные данные			Высота лезвия	14,8 мм
Расстояние между центрами валов	81,95	мм	Ширина лезвия	5,0 мм
Диаметр вписанного круга	32	мм	Толщина лезвия	8,000235 мм
Длина грани 6-угольника	18,47521	мм	Диаметр дистанционного кольца	55,9 мм
Расчет параметров инструмента:			Ширина дистанционного кольца	6,0 мм
Наружный диаметр корпуса ножа	106,0	мм	Максимальный диаметр головки винта	3,0 мм
Внутренний диаметр корпуса ножа	76,4	мм	Диаметр головки винта	3 мм
Мин. Ширина корпуса ножа	5,0	мм	Максимальная высота головки винта	0,96 мм
Ширина корпуса ножа	5	мм	Диаметр винта	M1.6 мм
Остаточная длина после винта	4,618803	мм	Длина резьбы винта	9 мм
Длина ребра крепления (гипотенуза)	16	мм	Максимальная длина винта	17,00023 мм
Ребро крепления (катет)	8	мм	Длина винта	14 мм
Длина крепления	13,85641	мм	Глубина резьбового отверстия корпуса	7,999765 мм

Рисунок 4 – Программа проектирования инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов

Исходные данные:

- расстояние между центрами валов a ;
- посадочное отверстие ножа и кольца (диаметр вписанного круга) d_n ;
- длина грани 6-гранника (посадочного отверстия) $l_{сп}$.

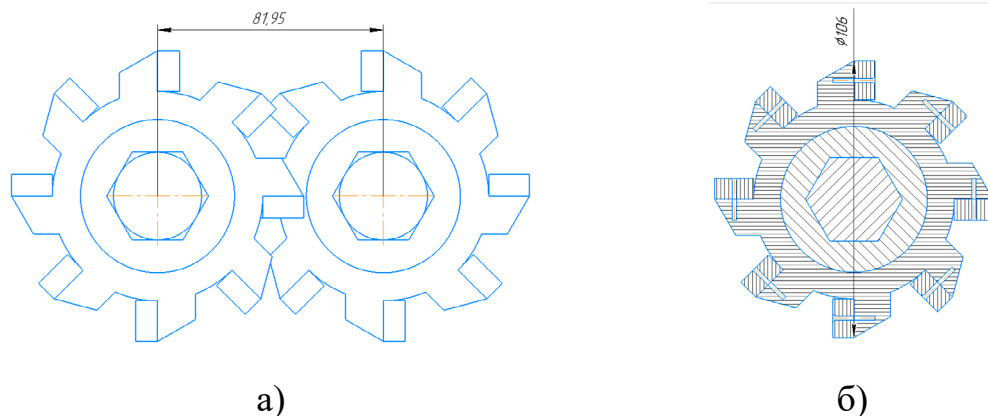


Рисунок 5 – Расчет наружного диаметра корпуса ножа

а – расстояние между центрами валов; б – наружный диаметр корпуса ножа

Расчет наружного диаметра корпуса ножа D_n

$$\frac{a}{D_n} \approx 0,773$$

Отсюда

$$D_n \approx \frac{a}{0,773}$$

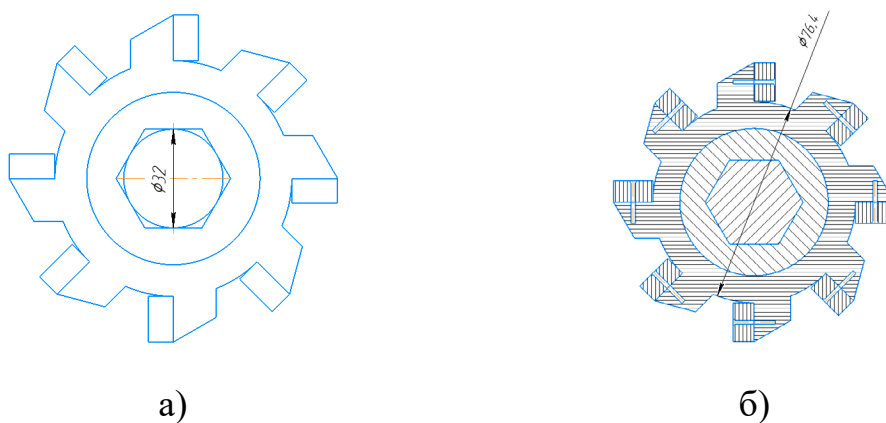


Рисунок 6 – Расчет внутреннего диаметра корпуса ножа

а – диаметр вписанного круга; б – внутренний диаметр корпуса ножа

Расчет внутреннего диаметра корпуса ножа D_e

$$\frac{d_n}{D_\varepsilon} \approx 0,4186$$

Отсюда

$$D_\varepsilon \approx \frac{d_n}{0,4186}$$

Расчет минимальной ширины корпуса ножа b_{\min}

$$\frac{b_{\min}}{D_n} \approx 0,047$$

Отсюда

$$b_{\min} \approx D_n \times 0,047$$

Ширина корпуса ножа подбирается с учетом минимальной ширины корпуса ножа.

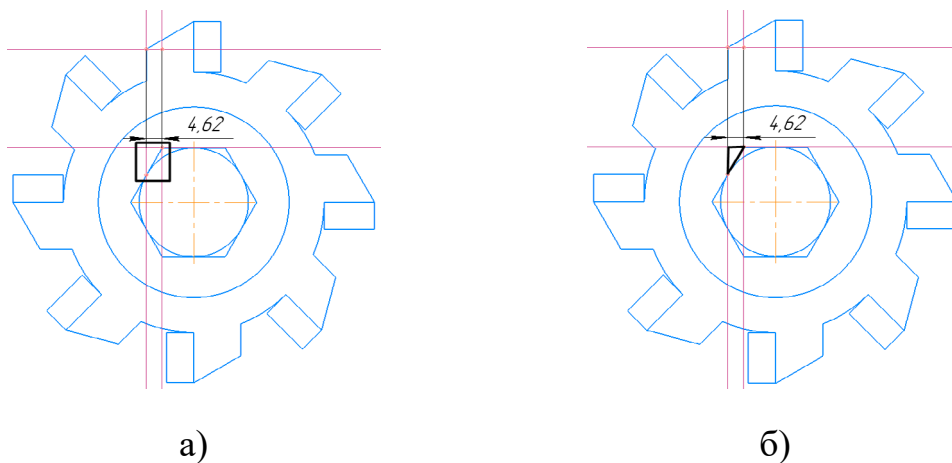


Рисунок 7 – Расчет остаточной длины после винта

а – расчет; б – треугольник расчета остаточной длины после винта

Расчет остаточной длины после винта $l_{ост}$

$$l_{ост} = \sqrt{\left(\frac{l_{сп}}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_n}{4}\right)^2}$$

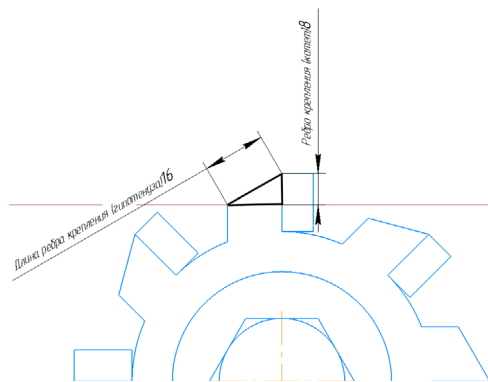


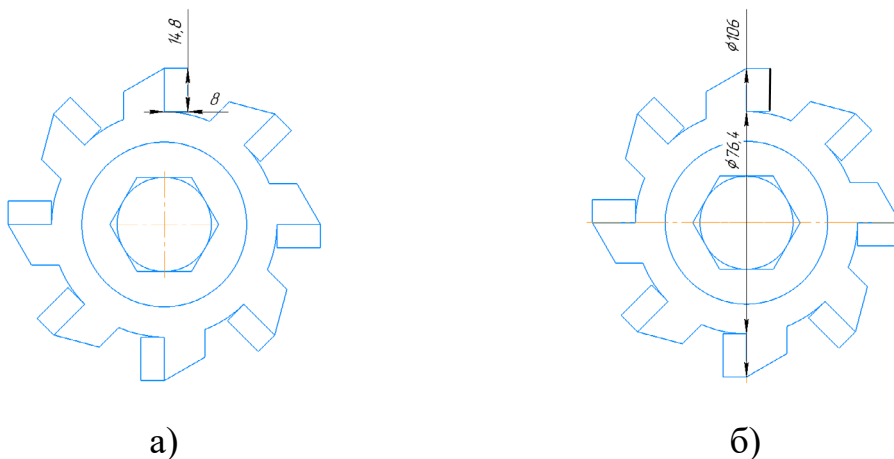
Рисунок 8 – Треугольник расчета длины крепления

Расчет длины крепления l_k

$$l_k = \sqrt{l_{р.к.}^2 - l_{реб}^2}$$

где $l_{р.к.}$ - длина ребра крепления (гипотенуза);

$l_{реб}$ - ребро крепления (катет).



а)

б)

Рисунок 9 – Расчет высоты лезвия

а – габаритные размеры лезвия; б – расчетные

Расчет высоты лезвия h_n

$$h_n = \frac{D_n}{2} - \frac{D_e}{2}$$

Расчет ширины лезвия b_n

$$b_n = b_n$$

где b_n - ширина ножа.

Расчет толщины лезвия s_n

$$\frac{l_k}{s_n} \approx 1,732$$

Отсюда

$$s_n \approx \frac{l_k}{1,732}$$

где l_k - длина крепления.

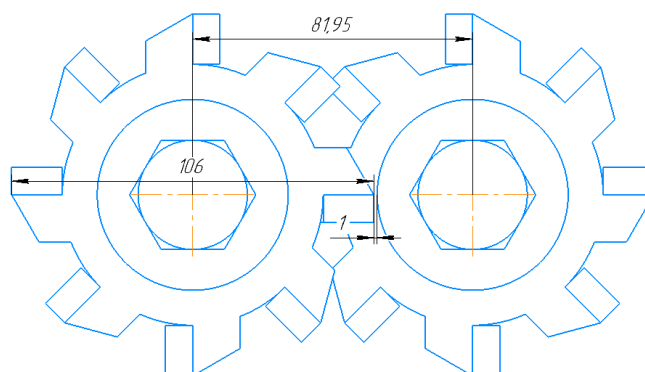


Рисунок 10 – Расчет диаметра дистанционного кольца

Расчет диаметра дистанционного кольца D_k

$$D_k = (a - \frac{D_n}{2} - 1) \times 2$$

Расчет ширины дистанционного кольца b_k

$$b_k = b_n + 1$$

Диаметр головки винта подбирается с учетом максимального диаметра головки винта и ГОСТ 17475-80 (Винты с потайной головкой классов точности А и В). Максимальная высота головки винта подбирается из ГОСТ 17475-80 (Винты с потайной головкой классов точности А и В) в соответствии с выбранным диаметром винта. Диаметр винта подбирается из ГОСТ 17475-80 (Винты с потайной головкой классов точности А и В) в соответствии с выбранной максимальной высотой головки винта. Длина резьбы винта подбирается из ГОСТ 17475-80 (Винты с потайной головкой классов точности А и В) в соответствии с выбранным диаметром винта.

Расчет максимальной длины винта l_{ϵ}^{\max}

$$l_{\epsilon}^{\max} = s_n + l_{рез}$$

где $l_{рез}$ - длина резьбы винта.

Длина винта подбирается с учетом максимальной длины винта и из ГОСТ 17475-80 (Винты с потайной головкой классов точности А и В) в соответствии с выбранным диаметром винта.

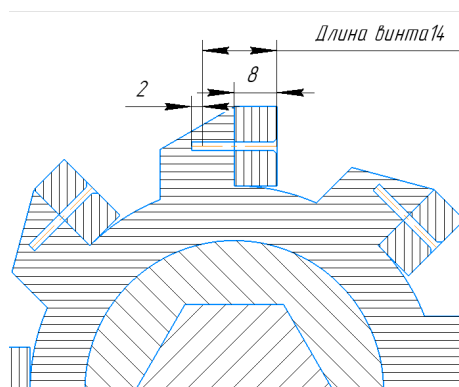


Рисунок 11 – Расчет глубины резьбового отверстия корпуса

Расчет глубины резьбового отверстия корпуса h_p

$$h_p = l_{\epsilon} - s_n + 2$$

где l_{ϵ} - длина винта.

Выводы

После разработки модели инструмента, появилась проблема проектирования инструментов в зависимости от конструктивных параметров и технических характеристик оборудований. Для решения этой проблемы была создана

программа проектирования инструмента для оборудования по переработке твёрдых отходов в Microsoft Office Excel. Перед расчетом в программе необходимо знать следующие исходные данные оборудования:

- расстояние между центрами валов;
- посадочное отверстие ножа и кольца (диаметр вписанного круга);
- длина грани 6-гранника (посадочного отверстия).

Далее система рассчитывает все конструктивные параметры и выдает оптимальные конструктивные характеристики. Определенные параметры пользователю необходимо указать с учетом данных, предоставленных системой, они – числовые ячейки с толстыми внешними границами. А прочие числовые ячейки – функций.

Таким образом, программа позволяет сконструировать оптимальные модели инструментов для разных размеров оборудований по переработке отходов, подстраивая свои параметры под любые потребности и возможности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 [Электронный ресурс]. – Сбор и переработка отходов упаковки // АО «Жасыл даму»: [сайт]. – 2021. - URL: <https://recycle.kz/ru/sbori> (дата обращения: 08.02.2023).

2 **Каирбай, О. Т.** Анализ конструкций инструментов для переработки ТБО / О. Т. Каирбай // Международная научно-практическая конференция «XIV Торайгыровские чтения». – Павлодар, 2022. – С. 306–313.

3 ООО «ИНФЕЛКО»: официальный сайт. – Челябинск. – Обновляется в течение суток. – [Электронный ресурс]. – <https://infelko.ru/> (дата обращения: 08.02.2023).

4 **Ф. Ла Мантия** (ред.); пер. с англ. под. ред. Заиков Г. Е. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. под. ред. Г. Е. Заикова ; Профессия. – Санкт-Петербург : Изд-во Профессия, 2006. – 400 с. – ISBN 5-93913-116-6.

5 Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов // Электронное правительство Республики Казахстан [сайт]. – 2023. – [Электронный ресурс]. – https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse (дата обращения: 08.02.2023).

6 Ножи для роторных shreddеров и дробилок // Samaks : [сайт]. – 2021. – [Электронный ресурс]. – <https://samaks.ru/nozhi-dlya-rotornyh-shrederov-i-drobilok.html> (дата обращения: 08.02.2023).

7 Design of a Plastic Shredding Machine to Obtain Small Plastic Waste / A. D. Witman, C. M. Jason, M. C. Brian, N. T. Luis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12, № 6. – P. 478–483.

8 **Дьяконов, О. М.** Исследование физико-химических и механических свойств стальной и чугунной стружки / О. М. Дьяконов // Литье и металлургия. – 2009. №4 (53). – С. 161–173.

9 Под ред. Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с.

10 Виды стружек // ООО «VT-METALL»: [сайт]. – 2022. – [Электронный ресурс]. – <https://vt-metall.ru/articles/882-vidy-struzhek> (дата обращения: 08.02.2023).

REFERENCES

1 Sbor i pererabotka othodov upakovki [Collection and recycling of packaging waste] // JSC «Jasil damu»: [website]. – 2021. – [Electronic resource]. – <https://recycle.kz/ru/sbori> (date of application: 08.02.2023).

2 **Kairbay, O. T.** Analiz konstrukcii instrumentov dlya pererabotki TBO [Analysis of tool designs for MSW recycling] / O. T. Kairbay // Mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «XIV Toraigirovskie chteniya». – Pavlodar, 2022. – P. 306–313.

3 «INFELKO» LLC: official website. – Chelyabinsk. – Updated during the day. – [Electronic resource]. – <https://infelko.ru/> (date of application: 08.02.2023).

4 **F. La Mantiya** (red.); per. s angl. pod. red. Zaikov G. E. Vtorichnaya pererabotka plastmass [Recycling of plastics] / F. La Mantiya (red.); per. s angl. pod. red. G. E. Zaikova ; Professiya. – Saint-Petersburg : Professiya publisher, 2006. – 400 p. – ISBN 5-93913-116-6.

5 Information on waste reduction, recycling and reuse // Electronic government of the Republic of Kazakhstan [website]. – 2023. – [Electronic resource]. – https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse (date of application: 08.02.2023).

6 Noji dlya rotornih shrederov i drobilok [Knives for rotary shredders and crushers] // Samaks : [website]. – 2021. – [Electronic resource]. – <https://samaks.ru/nozhi-dlya-rotornyh-shrederov-i-drobylok.html> (date of application: 08.02.2023).

7 Design of a Plastic Shredding Machine to Obtain Small Plastic Waste / A. D. Witman, C. M. Jason, M. C. Brian, N. T. Luis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12, № 6. – P. 478–483.

8 **Dyakov, O. M.** Issledovanie fiziko-himicheskikh i mehanicheskikh svoystv stalnoi i chugunnoi strujki [Investigation of physico-chemical and mechanical properties of steel and cast iron shavings] / O. M. Dyakov // Casting and metallurgy. – 2009. № 4 (53). – P. 161–173.

9 Под ред. Косиловой А. Г. и Мещерякова Р. К. Справочник технолога-машиностроителя [Handbook of a machine-building technologist]. In 2 t. Т. 2. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 p.

10 Vidy strujek [Types of shavings] // «VT-METALL» LLC: [website]. – 2022. – URL: <https://vt-metall.ru/articles/882-vidy-struzhek> (date of application: 08.02.2023).

Материал поступил в редакцию 06.02.23

**О. Т. Каурбай¹, А. В. Маздубай², С. И. Деревягин³*

Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал баспаға түсті 06.02.23.

ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ ЖАБДЫҒЫНА АРНАЛҒАН ҚҰРАЛДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ӨЗІРЛЕУ

Қатты қалдықтарды қайта өңдеудің әртүрлі жабдықтарын, құрал-саймандардың конструкцияларын салыстырмалы талдаудан кейін олардың жұмыс процесстерін бақылау олардың ресурс үнемдеу деңгейі төмен және ұтымды тозбайды деген қорытындыға келді. Әдеби шолу барысында қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтарына арналған жиналмалы құралға сұраныс айтарлықтай жоғары болды. Қатты қалдықтарды қайта өңдеу жабдығына арналған жиналмалы құралдың жұмыс жобасы әзірленді. Содан кейін қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтары үшін құралдың оңтайлы құрылымдық параметрлерін анықтау үшін эксперименттік зерттеу әдістемесі жасалды, әр түрлі вариацияларда қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтарына арналған құралдардың 3D модельдері жасалды және сыналды. Сынақтар 45 болаттан жасалған металл жоңқасын қайта өңдеу кезінде жиналмалы құралдың тұрақты жұмысын көрсетті. Бұл мақалада қатты қалдықтарды қайта өңдеуге арналған жабдыққа арналған жиналмалы құралдың жұмыс жобасы және Microsoft Office Excel-де қатты қалдықтарды қайта өңдеуге арналған жабдықты жобалау бағдарламасына енгізілген құралдың дизайн параметрлерін есептеу алгоритмі ұсынылған. Бұл бағдарлама құралдың моделін дизайн параметрлеріне, жабдықтың техникалық сипаттамаларына, қызметтің қажеттіліктері мен мүмкіндіктеріне сәйкес жасауға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: ҚТҚ өңдеу, кәдеге жарату, ҚТҚ, қатты қалдықтар, құрал.

***O. T. Kairbay¹, A. V. Mazdubay², S. I. Derevyagin³**

^{1,2,3}Toraighyrov university, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

Material received on 06.02.23.

DESIGN DEVELOPMENT OF A TOOL FOR SOLID WASTE PROCESSING EQUIPMENT

After a comparative analysis of various solid waste processing equipment, tool designs, monitoring of their work processes led to the conclusion that they have a low level of resource conservation and do not wear out rationally. In the course of the literature review, a sufficiently high demand for a collapsible tool for solid waste processing equipment was revealed. A working draft of a collapsible tool for solid waste processing equipment has been developed. Then a method of experimental research was developed to determine the optimal design parameters of a tool for solid waste processing equipment, 3D models of tools for solid waste processing equipment in various variations were manufactured and tested. Tests have shown the stable operation of the collapsible tool during the processing of metal shavings of steel 45. This article presents a working draft of a collapsible tool for solid waste processing equipment and a developed algorithm for calculating the design parameters of the tool, which is included in the tool design program for solid waste processing equipment in Microsoft Office Excel. This program allows you to design a tool model in accordance with the design parameters, technical characteristics of the equipment, needs and capabilities of the activity.

Keywords: MSW recycling, utilization, MSW, solid waste, tool.

Теруге 06.02.23 ж. жіберілді. Басуға 30.03.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 1,09 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 3998

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz