

REFERENCES

1. Petrov, O. A. Cavitation Technologies in Industry. Directions of Use / O.A. Petrov, V.S. Franckevich, V.I. Kozlovskiy // Petrochemical Complex. Scientific and Technical Bulletin. Supplement to the journal "Vestnik Belneftekhima". – 2018. – No. 1(17). – Pp. 5–8.
2. Petrov, O.A. Development of a Static Supercavitator with Minimal Cavitation Erosion / O.A. Petrov, V.I. Kozlovskiy, D.N. Borovskiy // Oil and Gas Chemistry – 2022: Proceedings of the V International Scientific and Technical Forum on Chemical Technologies and Oil and Gas Processing, Minsk, November 2-4, 2022. – Minsk: BSTU, 2022. – Pp. 238-242.

УДК 621.926.4

Душкевич Д.В.
(ОАО «НПО Центр»)
Гребенчук П.С.

(Белорусский государственный технологический университет)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОБЕЖНО-УДАРНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ RDF-ТОПЛИВА

В настоящее время наблюдается тенденция роста потребления энергии в мире, характеризующаяся стремительным ростом глобального спроса. Согласно отчёту Международного энергетического агентства (МЭА), мировой спрос на энергоносители за 2022 год вырос на 1.2%, за 2023 – на 2.3%. Предполагается, что в 2024 году мировое потребление электроэнергии может вырасти на 4% и таким образом превысить отметку 29 трлн кВт·ч [1].

В настоящее время разрабатываются стандарты и технологии по получению альтернативных видов топлива. Одним из быстроразвивающихся видов альтернативного топлива является RDF-топливо. Данный вид топлива решает проблемы с постоянно увеличивающимся количеством отходов и с ростом потребляемой энергии. Наличие в RDF-топливе полимерных материалов ставит задачу по их измельчению.

На рисунке 1 представлен измельчительный комплекс, в основе которого стоит центробежно-ударная мельница с гибкими элементами.

Измельчение исходного материала происходит за счёт соударения с гибким элементом, закреплённым на вращающемся роторе. За счёт высокой скорости вращения гибкого элемента при соударении с кусками исходного материала и гибкого элемента происходит разрыв связей

между кристаллами и их разрушение. Подобные измельчители известны и показали свою высокую эффективность при измельчении широкого спектра материалов [2].



Рисунок 1 – Измельчительный комплекс

Данная установка работает в комплексе с батарейными циклонами, в которых происходит отделение мелкой фракции измельченного продукта от воздушного потока.

В ходе исследования был проведён эксперимент по измельчению полиэтиленовых материалов. В отличие от минерального сырья, которое при ударе разбивается на более мелкую фракцию, полиэтилен при ударе имеет свойства растягиваться. Эксперимент проводился на полимерном материале размером от 150 до 300 мм с толщиной от 30 до 200 мкм при скорости вращения ротора 800 об/мин.

Результатом измельчения стало получение готового продукта размером от 2 до 30 мм с ярко выраженным рваным следом. На рисунке 2 представлен материал до и после проведения эксперимента.



а



б

Рисунок 2 – Результаты измельчения

а – исходный материал, б – измельчённый материал

Экспериментальным путём было выявлено, что движение ротора с гибкими элементами в камере дробления центробежно-ударной мельницы создаёт зону пониженного давления и определяет движение воздушных потоков в зоне измельчения исходного материала. Воздушные потоки захватывают исходный материал и помогают ему переместиться в зону измельчения.

Экспериментальная часть определила граничные условия для проведения компьютерного моделирования в программе SolidWorks Flow Simulator. По результатам компьютерного моделирования [3] были получены планы движения воздушных потоков и изменения скоростей в центробежно-ударной мельнице (рисунок 3) и распределения давления в камере измельчения. (рисунок 4).

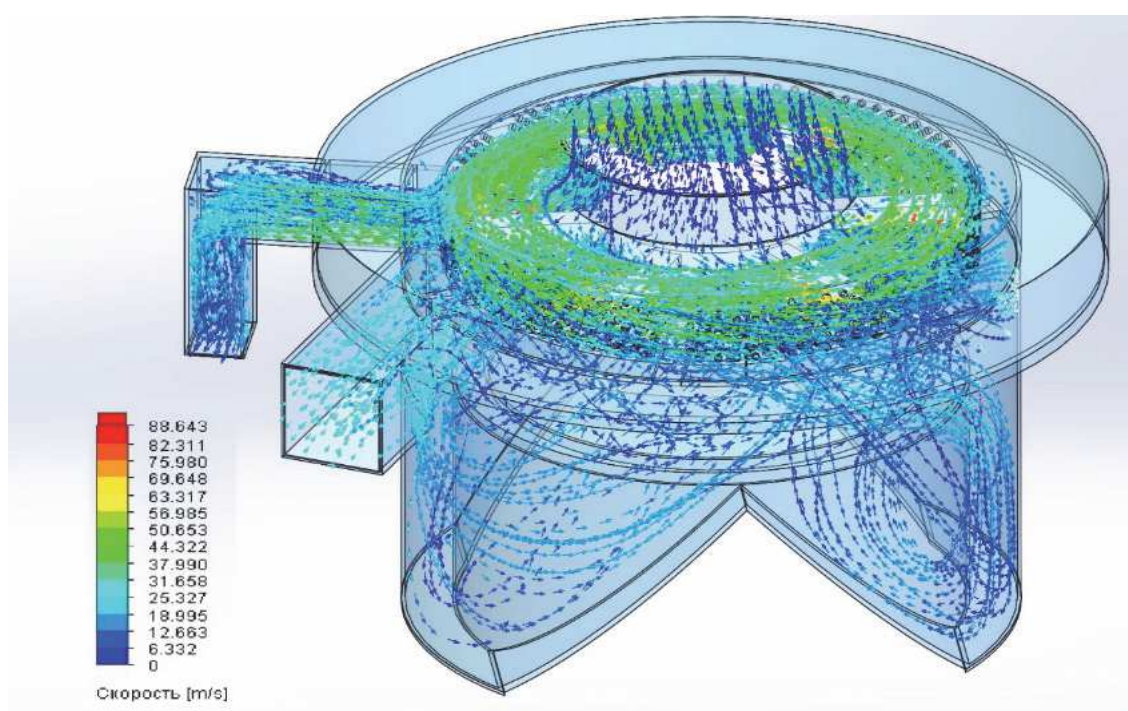


Рисунок 3 – Движение воздушных потоков и изменение скоростей в центробежно-ударной мельнице

Из рисунка 3 видно, что скорости частиц нарастают при их движении от центра ротора к периферии. В то же время, при движении в разгрузочных элементах они начинают падать, что связано с существенным гидравлическим сопротивлением в этих зонах. Это, кстати, делает возможным использование в измельчительном комплексе циклонов, работа которых при скоростях газа, превышающих 20 м/с, затруднительна.

Моделирование подтвердило выдвинутое в экспериментальной части предположение о том, что гибкие элементы ротора создают движение потоков воздуха, что приводит к захвату материала.

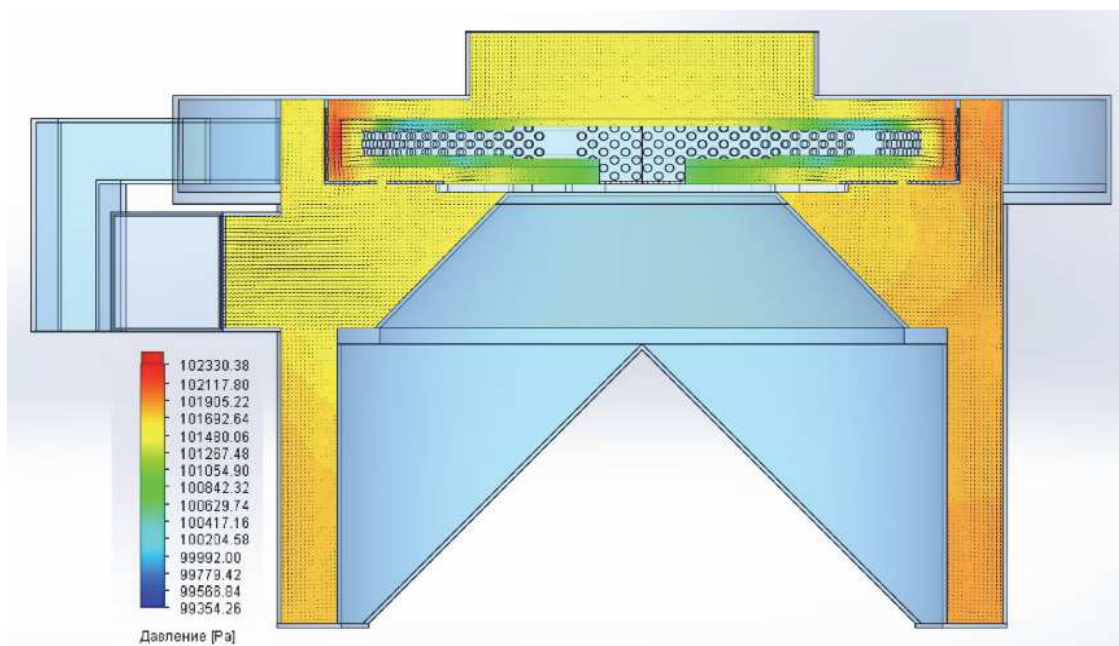


Рисунок 4 – Распределение давления в камере измельчения центробежно-ударной мельницы

Компьютерное моделирование также подтвердило, что воздушные потоки, создаваемые при вращении гибких элементов центробежно-ударной мельницы, образуют зону пониженного давления, находящуюся сразу под ними (рисунок 4). Следовательно, готовый продукт может задерживаться в зоне помола. Это является негативным эффектом и противоречит принципам рациональной организации процесса измельчения [2].

Для своевременного удаления готового продукта из зоны измельчения в измельчительном комплексе предусмотрено использование пневматической выгрузки с воздуходувкой и циклоном.

Таким образом, проведенные исследования установили возможность использования центробежно-ударной мельницы для помола полимерных материалов.

Кроме того, они позволили изучить поведение полимерных материалов при измельчении с помощью удара и оптимизировать конструктивные и технологические параметры этих измельчителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Energy crisis -2024. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis> (Дата обращения: 09.10.2024).
2. Селективное измельчение материалов в центробежной мельнице многократного ударного нагружения: автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.17.08 / Гребенчук П.С. – Минск. 2011. – 23 с.

3. Чекулаев А.В. Разработка центробежно-ударного оборудования для измельчения полимерных материалов в технологии получения RDF-топлива / А.В. Чекулаев, Э.Л. Бороха, Д.В. Душкевич, В.А. Гомалинский // Нефтегазохимия – 2023: материалы VI Междунар. науч.-техн. форума по хим. технологиям и нефтегазоперераб., Минск, 1–3 ноября 2023 г. – Минск : БГТУ, 2023. – С. 224-227.

УДК 628.3:621.3

Войтов И.В., Штепа В.Н.

(Белорусский государственный технологический университет)

Рожко В.Н.

(ООО «ВИВАЕВ групп»)

СТРУКТУРА ЦИФРОВОГО РЕСУРСНОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ SCADA-СИСТЕМ

В международном нормативном документе ISO 23247 «Automation systems and integration – Digital twin framework for manufacturing». «Digital Twin» (Цифровой Двойник – ЦД) определяется «цифровой моделью конкретного физического элемента или процесса с подключениями к данным, которая обеспечивает конвергенцию между физическим и виртуальным состояниями с соответствующей скоростью синхронизации». В практическом контексте внедрение на производствах таких виртуальных моделей требует очень значительных финансово-материальных затрат на формирование информационной инфраструктуры и специализированное программное обеспечение (ПО) [1].

Решение видится в использовании уже существующих, хоть, как правило, фрагментарно и разрознено работающих на предприятиях, SCADA [2] (Supervisory Control And Data Acquisition), предназначенных для функционирования в реальном времени (приблизённо к нему) с выполнением сбора, обработки, отображения и архивирования информации о производстве и его диспетчерском регулировании и контроле. При этом такую систему обосновано поэтапно, минимизируя затраты, развернуть до уровня автоматизированной системы управления (АСУ) и даже информационно-аналитической платформы [3]. Соответственно, можно будет достигнуть требований концепта «неразрушающего внедрения цифровых двойников» исходя из модернизации и реконструкции существующих схем автоматизации обеспечив:

Безаварийность работы уже существующих на предприятиях программно-аппаратных комплексов;

Объединение разнотипных платформ ПО и их аппаратных частей;