

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0820U100569

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-12-2020

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Витвицький Віктор Миронович

2. Vytvytskyi Viktor Myronovych

Кваліфікація: 133

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 133

Назва наукової спеціальності: Механічна інженерія. Галузеве машинобудування

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Не застосовується

Дата захисту: 15-12-2020

Спеціальність за освітою: Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.009

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Перемоги, буд. 37, м. Київ, Київська обл., 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації:

Коди тематичних рубрик: 55.39.33

Тема дисертації:

1. Обладнання та процес живлення черв'ячного екструдера полімерною сировиною
2. Equipment and process of screw extruder feeding with polymeric raw material

Реферат:

1. Дисертаційну роботу присвячено дослідженню руху гранульованих полімерних матеріалів у зоні живлення черв'ячного екструдера та його впливу на конструктивно-технологічні параметри зазначеної зони, що необхідно для ефективного проектування та експлуатації екструзійного обладнання в цілому. Проведено аналітичний огляд сучасного стану досліджень процесу живлення черв'ячного екструдера полімерною сировиною. Розглянуто існуючі методи моделювання обладнання та процесу живлення одночерв'ячного екструдера полімерною сировиною та особливості її перероблення. Проведено аналіз існуючих методів та установок для проведення досліджень триботехнічних властивостей полімерної сировини та вплив на них таких параметрів як навантаження, температура та швидкість рухомого робочого органу. За результатами проведеного огляду встановлено, що найближчим до реальної поведінки полімерних гранул у робочому каналі черв'ячного екструдера є опис руху сипкого середовища на базі методу дискретного елемента (МДЕ),

який полягає в дослідженні взаємодії окремої частинки з іншими частинками шару сипкого матеріалу та границями розрахункової області. При цьому для виконання відповідних числових розрахунків необхідним є дослідження коефіцієнтів тертя і бічного тиску оброблюваних матеріалів та їх залежностей від конструктивно-технологічних параметрів зони живлення екструдера. Також варто зазначити, що дослідження триботехнічних властивостей полімерних матеріалів, що необхідні для проведення числових розрахунків, зазвичай проводяться для монолітних зразків, а не для гранульованого матеріалу, хоча від точності врахування коефіцієнта зовнішнього тертя та коефіцієнта бічного тиску сипкого матеріалу залежить точність проектування екструзійного обладнання для переробки полімерної сировини. Крім того, відсутня єдина методика для експериментального визначення коефіцієнтів зовнішнього тертя й бічного тиску, а більшість існуючих установок для визначення триботехнічних властивостей не дають змоги проводити дослідження саме для гранульованих полімерних матеріалів. Для моделювання процесів руху сипкого матеріалу в роботі використано математичну модель дискретного опису руху сипкого матеріалу на базі методу дискретного елемента, яка дала змогу розглянути полімер у вигляді окремих гранул та врахувати вплив форми і розмірів окремих гранул на характер взаємодії полімеру із стінками робочих органів обладнання. Для опису взаємодії між гранулами було використано в'язко-пружну модель Hertz–Mindlin, яка допускає, що частинки, які мають форму сфери, під час контакту не деформуються, а перекиваються одна одну на певну величину, утворюючи пляму контакту. Проведено дослідження взаємодії між гранулами таких чотирьох полімерів: поліетилену високої густини марки Marlex HHM 5502BN (ПЕВГ), співполімеру етилену з вінілацетатом (севілену) марки 11104-030 (СЕВ), полістиролу марки Denka Styrol MW-1-301 (ПС), полівінілхлориду марки SorVyl G 2171/9005 11/01 (ПВХ). Дослідження проведено для задач формування кута природного укусу (КПУ) та руху потоку гранул на прикладі шнекового живильника. Використання дискретного підходу дало змогу врахувати вплив форми й розмірів окремих гранул на характер взаємодії полімеру зі стінками робочих органів обладнання. Проведено порівняння двох підходів до моделювання форми гранул: за умови розгляду гранул у формі сфер та у формі мультисфер, коли розрахункова форма гранул максимально наближається до реальної. Отримані результати показали, що модель МДЕ з аналізом гранул у формі мультисфер адекватно відтворює поведінку сипких матеріалів, на відміну від аналізу гранул у вигляді сфер. Порівняно з натурним експериментом модель МДЕ для розрахунку КПУ з використанням методу мультисфер у разі ПЕВГ та СЕВ дає похибку меншу в 3 рази, ніж модель МДЕ з використанням методу сфер, у разі ПС – похибку меншу в 6 разів, у разі ПВХ – похибку меншу в 9 разів. Різниця передусім зумовлена складною формою гранул, що безпосередньо впливає на формування КПУ утворюваного ними шару. Додаткову верифікацію відповідності поведінки реального матеріалу змодельованому проведено за допомогою дослідження масової продуктивності шнекового живильника методами натурних, числових експериментів і аналітичного розрахунку та їх порівнянні. При числовому розрахунку використовувались гранули, змодельовані методом мультисфер.

2. The dissertation is devoted to the study of the movement of granular polymeric materials in the feeding zone of the screw extruder and its influence on the structural and technological parameters of this zone, which is necessary for the effective design and operation of extrusion equipment in general. An analytical review of the current state of research of the process of feeding of screw extruder with polymer raw materials has been carried out. The existing methods of modeling the equipment and the process of feeding of single-screw extruder with polymer raw materials and the peculiarities of its processing have been considered. The analysis of existing methods and devices for researches of tribotechnical properties of polymeric raw materials and influence of such parameters as loading, temperature and speed of a mobile working body on them has been carried out. According to the results of the review, it has been established that the closest to the actual behavior of polymer granules in the working channel of the screw extruder is the description of the flow of bulk medium based on the Discrete Element Method (MDE), which is studying the interaction of a single particle with other particles of the bulk material layer and the boundaries of the calculation area. In this case, to perform the appropriate numerical calculations, it is necessary to study the friction coefficients and lateral pressure coefficients of the processed materials and their dependences on the design and technological parameters of the feeding zone of the extruder.

It should also be noted that studies of the tribotechnical properties of polymeric materials required for numerical calculations are usually performed for monolithic samples and not for granular material, although the design accuracy of extrusion equipment for processing polymeric raw materials depends on the accuracy of the external friction coefficient and the lateral pressure coefficient of bulk material. In addition, there is no single method for the experimental determination of external friction coefficients and lateral pressure coefficients, and most of the existing devices for the determination of tribotechnical properties do not allow to conduct research for granular polymeric materials. To modeling the processes of bulk material movement, a mathematical model of discrete description of bulk material motion based on the Discrete Element Method was used, which allowed to consider the polymer in the form of individual granules and take into account the influence of shape and size of individual granules on the interaction of polymer with walls of working bodies of the equipment. The Hertz – Mindlin visco-springy model was used to describe the interaction among the granules, which assumes that the spherical particles do not deform during contact, but overlap each other by a certain amount, forming a contact spot. The study of the interaction among the granules of the following four polymers has been conducted: high-density polyethylene of brand Marlex HHM 5502BN (HDPE), copolymer of ethylene with vinyl acetate (sevilene) of brand 11104-030 (CEV), polystyrene of brand Denka Styrol MW-1-301 (PS), polyvinyl chloride of brand SorVyl G 2171/9005 11/01 (PVC). The research has been carried out for the problems of forming the angle of natural slope (APS) and the movement of the flow of granules on the example of a screw feeder. The use of a discrete approach made it possible to take into account the influence of the shape and size of individual granules on the nature of the interaction of the polymer with the walls of the working bodies of the equipment. A comparison of two approaches to modeling the shape of granules has been carried out: under the condition of considering granules in the form of spheres and in the form of multispheres, when the calculated form of granules is as close as possible to the real one. The obtained results showed that the MDE model with the parser in the form of multispheres adequately reproduces the behavior of bulk materials, in contrast to the analysis of granules in the form of spheres. Compared to the full-scale experiment, the MDE model for calculating the APS using the multisphere method in the case of HDPE and CEV gives an error 3 times less than the MDE model using the sphere method, in the case of PS - the error is 6 times less, in the case of PVC - the error is 9 times less. The difference is primarily due to the complex shape of the granules, which directly affects the formation of the APS of the layer formed by them. Additional verification of the conformity of the behavior of the real material to the simulated one has been carried out by studying the mass productivity of the screw feeder by the methods of full-scale, numerical experiments and analytical calculation and their comparison. In case of the numerical simulations granules simulated by multispheric method were used.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:

Підсумки дослідження:

Публікації:

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації:

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мікульонок Ігор Олегович
2. Mikulonok Ihor O.

Кваліфікація: д. т. н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кривопляс-Володіна Людмила Олександрівна
2. Kryvoplias-Volodina Liudmyla O.

Кваліфікація: д. т. н., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Лазарев Тарас Валерійович
2. Lazariev Taras Valeriiovich

Кваліфікація: к.т.н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гондляр Олександр Володимирович

2. Gondliakh Oleksandr

Кваліфікація: д. т. н., 01.02.04

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сідоров Дмитро Едуардович

2. Sidorov Dmytro E.

Кваліфікація: к. т. н., 05.17.08

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Штефан Євген Васильович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Штефан Євген Васильович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Т.А.