

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ИЗНОСА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ШНЕКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Белоусов Дмитрий Валерьевич, магистр кафедры сопротивления материалов и деталей машин ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, tom.klaus.14@mail.ru

***Аннотация:** Рассмотрены вопросы, связанные с основными причинами износа рабочей поверхности шнекового рабочего органа в процессе экструдирования растительного материала.*

***Ключевые слова:** шнек; экструдер; износ, коррозия, абразивный износ, рабочий орган.*

Экструдирование – это технология производства экструдатов из растительного сырья под действием высокой температуры и давления вязкого расплава и его последующее продавливание шнеком через формующее отверстие. Экструзионная обработка является кратковременной: обрабатываемый материал находится в экструдере от 30 до 90 с. Под действием высокой температуры и давления почти полностью уничтожаются патогенная микрофлора и плесневые грибы, которые содержатся в растительном сырье.

Целью работы является анализ влияния физико-химических свойств корма на износ шнека кормового экструдера в процессе экструдирования.

Экструдированный растительный материал через горловину загрузочной воронки поступает в рабочую (экструзионную) камеру. Далее материал захватывается витками шнека, частицы растительного сырья перемещаются в осевом направлении по каналу шнека, где происходит дополнительное перемешивание и измельчение. В процессе экструдирования растительная масса постепенно изнашивает шнек (рис. 1). Происходит это из-за постоянного поддерживания во время работы высокой температуры около 150-190°C, а также высокого давления 15–25 МПа.

У износа шнека 2 причины: абразивный износ и коррозия, вызванная кислотностью веществ в растительном сырье. В процессе работы шнек достаточно сильно изнашивается за счет действия на него абразивных частиц под высоким давлением. Самый сильный абразивный износ испытывают витки шнека. Данный износ, как правило, вызывается движением или соударением частиц, содержащихся в потоке, с поверхностью изделия, которое вызывает ускоренное разрушение поверхности, сопровождаемое потерей массы. Твёрдость частиц корма, в частности шелухи зерна может достигать значений от 40 до 70 МПа в зависимости от влажности, а микротвёрдость абразивных частиц пыли достигает 11 МПа (таб. 1).

Твёрдость частиц корма

Название	Кукуруза	Ячмень	Овёс	Пшеница
Микротвёрдость, МПа	~48	~50	~52	~54

В начале процесса выдавливания подача растительного сырья осуществляется при меньшем давлении от 5 до 15 МПа, которое возрастает до 15-25 МПа. Наибольшему износу подвергается наружная кромка винтовой поверхности, что объясняется максимальной скоростью выдавливания экструдата в зазор между цилиндрическим корпусом и шнеком.



Рис. 1 Абразивный износ шнека

Растительная масса, состоящая из зерен и растительных волокон под большим давлением и температурой постепенно стирает поверхностный слой винтовой кромки шнека, вызывая увеличения зазора между шнеком и цилиндром. Из-за этого уменьшается производительность и увеличивается шанс получения бракованной продукции.

Злаки, бобовые культуры и прочая растительная масса относятся к сильным коррозионно-активным средам. Взаимодействие металла с влагой, которая образуется из-за конденсации, приводит к химической реакции, при которой аммиак постепенно переходит в гидрат окиси аммония, вызывая щелочную реакцию. Взаимодействие металлических поверхностей с электролитами такого вида вызывает образование и разрушение тонких пленок, разрыхление металлической структуры металла. Повышении концентрации и активности щелочи приводит к ускорению процесса разрушения поверхностных слоев детали.

Растительное сырьё, которое участвует в процессе экструдирования можно рассматривать как полимеры биологического происхождения (биополимеры). В состав биополимеров входят органические вещества, такие как: белки, клетчатка, крахмал. Также кроме основных компонентов и воды в растительном сырье содержатся липиды (жиры), минеральные вещества, моно- и дисахариды. Поэтому наличие данных веществ вызывает коррозионный износ в дополнение к абразивному износу шнека.



Рис. 2 Коррозионный износ шнека

Из-за высоких температур происходит изменение с углеводным комплексом крахмала, а именно происходит желатинизация крахмала. Под действием высоких температур изменяется структура крахмальных зерен, они увеличиваются в размерах, а далее разрушаются. Крахмальная суспензия превращается в вязко-текучий коллоидный раствор – крахмальный клейстер.

Переход зернового сырья в вязко-текучее состояние приводит к тому, что повышается износ шнека, так как для дальнейшего экструдирования необходимо увеличение давления в рабочей зоне и повышение температуры процесса экструдирования.

При экструдировании растительного биополимерного сырья в зоне питания экструдера (зона а на рисунке 3) происходит его нагрев до температуры 60-80°C. При данной температуре, а также влажности не более 30% происходит пластификация биополимеров, и они переходят в высокоэластическое состояние.

В зоне плавления (зона б на рисунке 3), в которой температура составляет 120-190°C, материал переходит в вязко-текучее состояние, образуя расплав биополимеров. Из-за высокой температуры происходит желатинизация крахмала, превращение его в крахмальный клейстер, а также происходит денатурация нативных белков и желатинизация крахмалов, вследствие чего коррозионный износ увеличивается.

В зоне дозирования экструдера (зона в на рисунке 3) завершаются процессы перехода биополимеров в вязко-текучее состояние. Было установлено, что уже в этой зоне начинается структурообразование расплавов, фиксируемое затем в получаемых экструдатах. Из-за своей высокой вязкости необходимо поддерживать температуру в данной зоне 190°C, а также высокое

давление до 25 МПа. Из-за данных условий работы в зоне в и б происходит износ шнека, изнашивается его винтовая кромка, чем выше давление и температура, тем быстрее изнашивается шнек.

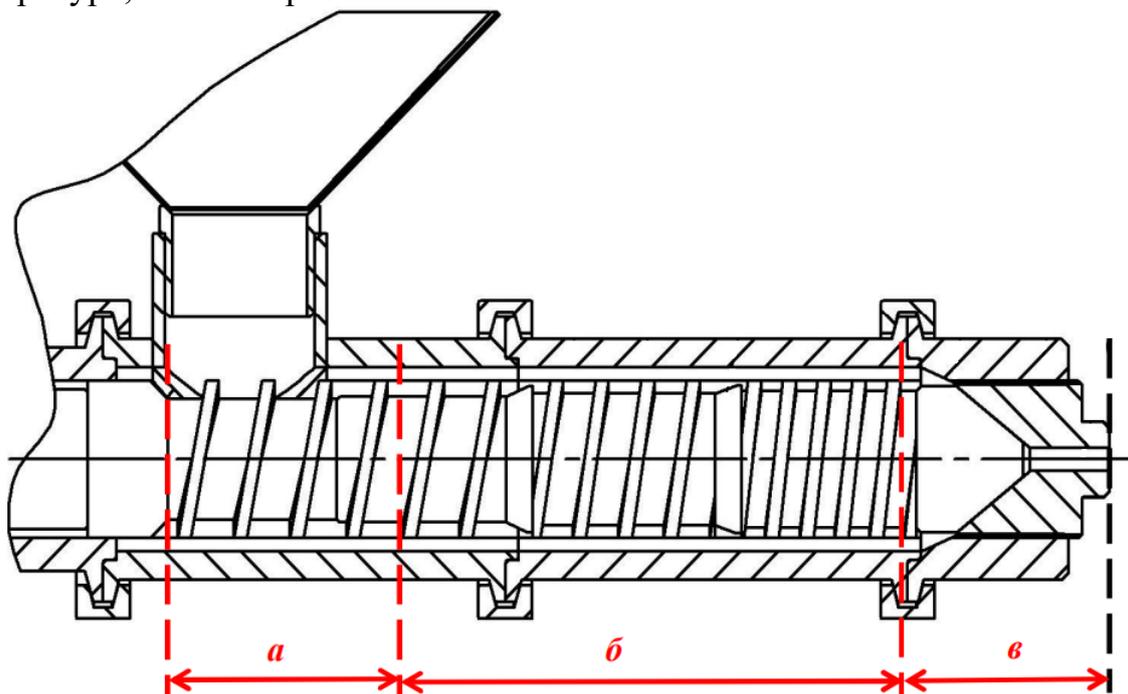


Рис. 3 Упрощенная схема шнекового экструдера

Наиболее интенсивно структурообразование расплавов биополимеров протекает под действием сил сдвига и растяжения в матрице экструдера и в фильтре. Это обусловлено изменением реологических условий течения расплава в этих зонах.

Результаты исследования и выводы. Структура корма, наличие в нём твёрдых частиц зерна, а также его коррозионное воздействие на рабочие органы экструдера, а частности на шнек, приводят к износу винтовой кромки шнека. Как следствие ухудшается качество продукции и уменьшается производительность работы экструдера.

Из-за невозможности изменить условия работы, в которых находится шнек, необходимо искать другие варианты увеличения срока службы шнека. Одним из способов увеличения срока службы является разработка и внедрение технологий повышения износостойкости. Применением покрытий на основе карбидов, нитридов, боридов железа и тугоплавких металлов (Хr, Ni) позволит увеличить абразивную и коррозионную устойчивость шнека.

Библиографический список

1. Технология экструзионных продуктов / А.Н. Остриков, Г.О. Магомедов, Н.М. Дерканосова, В.Н. Василенко, О.В. Абрамов, К.В. Платов. – СПб: «Прспект Науки», 2017. – 202 с
2. Казанцев С.П. Разработка комбинированной технологии получения железоборидных покрытий при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственной техники: автореферат диссертации на соискание ученой

степени доктора технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2006

3. Остриков А.Н. Экструзия в пищевой технологии / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин. – СПб.: ГИОРД, 2016. – 288 с.

4. Казанцев С.П. Новая технология получения комбинированных диффузионных покрытий: Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2003. № 7. С. 30-32.

5. Кудрявцева З.А. Проектирование производств по переработке пластмасс методом экструзии: Учеб. пособие к выполнению курсового и дипломного проектов / З.А. Кудрявцева, Е.В. Ермолаева. – Владимир: Владим. гос. ун-т, 2018. – 96 с.

УДК 658.562.3

РАЗРАБОТКА МАТРИЦЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АПК

Вергазова Каталина Яновна - студентка бакалавриата 2 курса обучения ФГБОУ ВО ГРАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель – Леонов Олег Альбертович, д.т.н., профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ

***Аннотация:** показана необходимость контроля при ремонте машин, рассмотрена сущность сплошного и выборочного контроля на предприятии технического сервиса, разработана матрица контроля крепежных изделий.*

***Ключевые слова:** технический сервис, сплошной контроль, выборочный контроль, закупаемые материалы, комплектующие, матрица контроля.*

Системы менеджмента качества, функционирующие на ремонтных предприятиях, выводят их на более высокий уровень оказания услуг [1-3]. Технологическое оборудование и качество выполнения производственных процессов подвергаются мониторингу [4,5]. При планировании операций контроля учитываются рекомендации по выбору измерительных приборов в соответствии с заданной точностью [6-8], так как повышение точности контроля позволяет уменьшить потери от внутреннего и внешнего брака [9].

Особое место при контроле занимает закупаемый фонд, рис.1. Поступающие на предприятия технического сервиса запасные части, материалы и инструменты необходимо контролировать.