

Существуют различные способы снижения содержания нитратов в продукции растениеводства в зависимости от того, в каких растениях, в каких их частях, употребляемых в пищу, они содержатся. Одним из рекомендуемых способов уменьшения количества нитратов для корнеплодов является варка [6].

В ходе выполнения исследования проанализировано содержание нитратов в корнеплодах моркови столовой в сыром виде и после отваривания в течение 20 мин.

Определение нитратов в корнеплодах моркови проводилось ионометрическим методом с помощью анализатора жидкости многопараметрического ЭКОТЕСТ-2000. Сущность метода состоит в извлечении нитратов из анализируемого материала раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с помощью ионоселективного электрода. Подготовленные для анализа пробы измельчаются, проводится их гомогенизация в присутствии 1 %-го раствора алюмокалиевых квасцов. Концентрация нитрат-ионов измеряется в полученной суспензии.

Согласно полученным данным, отваривание уменьшает содержание нитратов в корнеплодах моркови в среднем на 65 %: содержание нитратов в сырой моркови — 366 мг / кг; содержание нитратов в отварной моркови — 127 мг / кг.

Заключение. В работе доказано, что термическая обработка корнеплодов приводит к существенному снижению содержания в них нитратов. Отваривание корнеплодов моркови столовой позволило снизить содержание нитратов в них с 366 до 127 мг / кг, т. е. количество нитратов уменьшилось на 65 %.

Список цитируемых источников

1. Койка, С. А. Нитраты и нитриты в продукции растениеводства / С. А. Койка, В. С. Скориков // Вестн. РУДН, сер. «Агрономия и животноводство». — 2008. — № 3. — С. 58—63.
2. Агрохимия : учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша. — Минск : ИВЦ Минфина, 2013. — 704 с.
3. Ганжара, П. С. Учебное пособие по клинической токсикологии / П. С. Ганжара, А. А. Новиков. — М. : Знание, 1979. — 310 с.
4. Покровская, С. Ф. Пути снижения содержания нитратов в овощах / С. Ф. Покровская. — М., 1988.
5. Сопильняк, Н. Т. Удобрения и качество продукции / Н. Т. Сопильняк, Л. С. Федотова // Картофель и овощи. — 1987. — № 5. — С. 18—19.
6. Соколов, О. А. Нитраты в окружающей среде / О. А. Соколов, В. М. Семенов, В. А. Агаев. — Пушкино : АН СССР, 1990. — 314 с.

УДК 004.58

Н. В. Белова, Е. В. Соловей

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Введение. Тщательное изучение и анализ двигательной деятельности человека привели к появлению на свет многофункциональных протезов, экзоскелетов. Создание этих приспособлений стало возможным благодаря биомеханическому моделированию. Биомеханическое моделирование является самым известным и доступным методом исследования функциональной структуры биологических объектов. В биомеханическом моделировании наглядно показывается то, как объект движется и взаимодействует с предметами окружающей среды.

Основная часть. Главным объектом биомеханического моделирования является протез. Протезы делятся на два основных вида: функциональные и косметические. Функциональные протезы позволяют человеку полностью или частично восполнить функции утраченного органа или конечности, что в какой-то мере возвращает пациента к полноценной жизни. Функциональные протезы приводятся в движение встроенным электродвигателем или сжатым воздухом, а управляются биоэлектрическими сигналами с мышц культи. Косметические же протезы не выполняют никаких функций, а лишь внешне подобны протезируемой части тела.

Главным этапом в процессе биомеханического моделирования является создание модели, которая подробно воспроизводит часть тела человека в нормальном состоянии. Трудности при создании модели обусловлены сложными геометрическими формами объекта. Основная проблема в моделировании — это сложность постановки точного прогноза того, как будет взаимодействовать с окружающей средой протез, построенный по данной модели. Для того чтобы представить наиболее вероятную картину действия будущего протеза, медики проводят тщательную предоперационную диагностику хирургической операции. Чтобы протез хорошо прикрепился и исправно функционировал, необходимо, чтобы его модель целиком соответствовала индивидуальным характеристикам конкретного человека.

В настоящий момент средства диагностики органов человека и его тела в целом позволяют получать информацию с привязкой к настоящему времени. Полученная при использовании этих методов ин-

формация может нести в себе данные об имеющейся патологии, что дает медикам возможность вовремя поставить верный диагноз.

Особую роль в развитии биомеханики играет интегральный компьютерный метод. Этот метод является результатом слияния биомеханического моделирования и анализа данных, взятых из клинических исследований.

Совершенствование методов протезирования обусловлено потребностью расширения и углубления информационного обеспечения. Нехватка информации может создать дополнительные трудности при протезировании и привести к неудачному исходу операции. Построение достоверных моделей функционирования структур человеческого организма целиком зависит от имеющегося арсенала методов и средств исследования. Модель наглядно демонстрирует систему строения и функционирование оригинала. На начальных этапах моделирования определяют основные и дополнительные параметры модели. При создании модели должно быть задействовано наибольшее возможное количество параметров, но тем не менее, если окажется допустимым исключение некоторых дополнительных параметров, то уменьшится количество возможных ошибок при написании программной части, упростятся расчеты и в целом на всю работу уйдет меньше времени [1].

Модель по сути своей является продуктом анализа данных об исследуемом объекте. А само моделирование — это выделение свойств объекта и происходящих с ним явлений при воздействии на него предметов окружающей среды и логический анализ полученных сведений.

Биомеханическим моделированием занимаются специалисты таких специальностей, как «Биомедицинская техника», «Биомедицинские и медицинские аппараты и системы», «Инженерное дело в медико-биологической практике», «Биомедицинская инженерия», из чего следует, что в биомеханике в целом больше задействованы техники, нежели врачи. Созданию протеза предшествует исследование, в процессе которого выявляется подробная информация о протезируемом объекте.

Этапы исследования: 1) постановка задачи; 2) построение математической модели и выявление ее закономерностей; 3) формулировка практических выводов из проведенного исследования.

Создание модели состоит из этапов: 1) содержательная модель; 2) математическая модель; 3) статистическая стержневая модель; 4) оболочечная модель; 5) кинематическая модель; 6) динамическая модель; 7) конечно-элементарная модель с использованием пакетов прикладных программ; 8) физическая модель.

Рассмотрим наиболее важные этапы: содержательная, математическая и физическая модель.

Содержательная модель — это умозрительное представление реального объекта для построения физической или математической модели, в которой отражены свойства реального объекта.

Математическая модель — это абстракция, в которой функционирование реального объекта заменено отношениями математической категории (формулы, уравнения, неравенства и т. д.). Так как математическую модель получают исходя из того, что отражает содержательная модель, нужно тщательно обдумать то, как правильно воспринимать реальный объект, каким образом воспроизвести все его особенности и характерные черты. Только после этого можно приступать к обоснованному построению содержательной модели. Но помимо достоверности от содержательной модели требуется еще одна очень важная вещь — возможность реализации модели при помощи уже имеющихся эффективных методов и программных пакетов. При таком сложном и многостороннем подходе на начальном этапе моделирования углубляется понимание поставленной задачи. Создается несколько моделей, при их сравнении учитываются следующие свойства: адекватность, простота и оптимальность, гибкость, универсальность и проблемная ориентация, эффективность машинной реализации.

Когда модель адекватная, это значит, что она с высокой точностью отражает объект. Чем выше оценка адекватности модели, тем ближе проектировщики к достижению заданной цели. Точность модели зависит от возможностей и метода моделирования, от сложности самого объекта. Самая идеальная в своей точности модель — копия, но это невыполнимый предел в биомеханике. Невозможно создать копию даже одной клетки, так как неодинаковы сложные органические молекулы, из которых она состоит, а объектом моделирования является сложная функционирующая структура человеческого организма (сердце, почки, глаза, конечности и пр.). Гибкой моделью называют тогда, когда ей можно задавать разные параметры на заданном пределе. Благодаря гибкости моделью можно представить в нескольких состояниях.

Далее специалисты переводят полученную содержательную модель на математический язык, т. е. происходит математическое моделирование, в ходе которого осуществляется аналитическое описание идеальных систем и процессов, отображающих реальные функции протезируемого объекта. Математическую модель реализовывают на компьютере в ходе вычислительного эксперимента.

Рассмотрим метод компьютерного моделирования на примере создания модели зубов:

В отличие от традиционного метода вместо слепка используется трехмерная камера, а вместо слепочных моделей — оперативная память компьютера. Камера передает изображение на монитор, после чего врач приступает к моделированию недостающей части зуба. После прорисовки всех линий по разработанной программе вычисляется объем восстановленной части зуба (фарфоровая вкладка). Вычисленные данные отправляются в шлифовальный станок, который с высокой точностью изготавливает спроектированную имплантат-вкладку. Процесс изготовления длится в среднем 10—20 мин, после чего приступают к примерке и фиксации. Примечательно то, что в обычной лаборатории на эту операцию уйдет 2—3 дня [2].

Физическое (биотехническое) моделирование — это воспроизведение функций объекта или происходящих с ним процессов. Данный вид моделирования дает возможность изучить характеристики реаль-

ного тела через уменьшенную или увеличенную подобную ему модель. Научная основа строится на теории подобия, методы которой позволяют отойти от исходных физических величин к некоторым обобщенным переменным, называемым критериями подобия, в результате чего уменьшается количество параметров. В общем физическом моделировании называют сам процесс изготовления протезов. В основу этого процесса заложены следующие принципы: 1) геометрические и механические характеристики протеза должны соответствовать индивидуальным характеристикам конкретного человека; 2) из всего набора сведений должны быть отобраны наиболее важные, на базе которых исследователи сформулируют качественные особенности физиологии пациента; 3) протезы должны исправно функционировать в течение определенного срока жизни; 4) протезы должны быть разработаны с учетом внешних воздействий, происходящих с человеческим организмом во время критических ситуаций; 5) с протезами должна происходить деформация, адекватная тем биологическим структурам, для замены которых они предназначены.

Заключение. Сейчас протезирование в разных областях медицины находится на разных технологических уровнях. Невозможно проводить операции по протезированию без инженерных конструкций, базирующихся на серьезных математических расчётах и современных инженерных решениях. Считаем перспективным направлением развитие медицинского машиностроения в Республике Беларусь, поскольку данное направление обеспечит стойкое экономическое развитие и процветание медицинской отрасли.

Список цитируемых источников

1. Официальный сайт центра медицинского, экологического приборостроения и биотехнологий (ЦМЭПиБТ) Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://medtechcenter.ifmo.ru/index.php/informatsionnye-tehnologii-v-medsine/biomekhanicheskoe-modelirovanie> . — Дата доступа: 21.03.2019.

2. Бегун, П. И. Моделирование в биомеханике : учеб. пособие / П. И. Бегун, П. Н. Афонин. — М. : Высш. шк., 2004. — 391 с.

УДК 622.6

Е. В. Борис, А. В. Брижевич

Закрытое акционерное общество «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Солигорск

АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА В ПОПЕРЕЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Введение. Конвейерная лента — это тяговый и грузонесущий орган ленточного конвейера. Ленты применяют для транспортирования сыпучих, кусковых или штучных грузов практически во всех отраслях промышленности. В зависимости от необходимой производительности конвейера ширина ленты варьируется от 300 до 3 600 мм. При движении по роликоопорам става конвейерная лента под действием различных сил отклоняется в сторону от своего центрального положения, возникает явление, которое в практике называют боковым сходом. Нецентральное движение ленты является в настоящее время одной из причин простоев конвейеров, появления просыпей в подконвейерном пространстве и заштыбовки става, уменьшения сроков службы ленты из-за износа бортов и пр. Все эти недостатки, связанные с боковым сходом ленты, снижают технико-экономические показатели конвейерного транспорта [1].

Основная часть. В процессе эксплуатации конвейера на ленту, движущуюся по линейной части, действуют боковые силы, вызываемые следующими децентрирующими факторами: перекосом роликоопор в горизонтальной и вертикальной плоскостях; отклонением става от оси конвейера; неодинаковым сопротивлением вращению боковых роликов опоры; нецентральной загрузкой ленты; непрямолинейностью ленты в горизонтальной плоскости; несимметричным распределением натяжения по ширине ленты; неодинаковым натяжением канатов става.

Большинство децентрирующих факторов, за исключением непрямолинейности и нестационарной нецентральной загрузки ленты, сравнительно медленно изменяются в пространстве и во времени и могут рассматриваться как статические. Результатом их проявления являются децентрирующие ленту усилия и моменты, для определения которых рассматривается взаимодействие ленты и роликоопоры.

При перекосе отдельной роликоопоры в вертикальной или горизонтальной плоскости на угол α возникает децентрирующая сила. При этом перекоме роликоопор в горизонтальной плоскости в зависимости от состояния контактирующих поверхностей вызывает децентрирующее усилие, в 6—8 раз большее, чем такой же переком в вертикальной плоскости. Следовательно, при монтаже и эксплуатации ленточных конвейеров особое внимание необходимо обращать на выставление роликоопор в горизонтальной плоскости строго перпендикулярно продольной оси конвейера.