

симости от типа инструмента; при этом твердость поверхности повышается до уровня 1 000—1 200 HV, а твердость сердцевины на уровне 800—900 HV полностью сохраняется.

Мелкодисперсные нитриды легирующих элементов, формирующиеся при азотировании, способствуют росту теплостойкости быстрорежущих сталей. Для стали P9M5 теплостойкость возрастает на 30—40 °С при глубине азотированного слоя 10—15 мкм и на 70 °С — при глубине азотированного слоя до 30 мкм. Увеличение стойкости азотированного инструмента до двух и более раз имеет место и при резании труднообрабатываемых сплавов.

Для ковочных штампов, изготовленных из сталей 4X5MФC и 4X5MФ1C, рекомендуется азотированный слой, состоящий из нитридного γ' -слоя глубиной до 4—6 мкм и диффузионного слоя глубиной до 0,3 мм. Азотированный слой с такими характеристиками обеспечивает увеличение срока эксплуатации штампов в 2—10 раз и более. Такой режим азотирования хорошо зарекомендовал себя при эксплуатации литейных пресс-форм и матриц для выдавливания.

Для штампов, изготовленных из сталей с высокой теплостойкостью (типа 4X2B5MA), поверхность которых в процессе эксплуатации нагревается до 700 °С, рекомендуются слои глубиной до 0,2—0,25 мм, формируемые при температуре азотирования 560—570 °С.

В случае молотовых штампов используются стали умеренной теплостойкости и повышенной вязкости типа 5XHM, а еще лучше — более высоколегированные типа 5XН2МФ. Азотирование таких штампов проводится при температуре 400—500 °С. Если же в процессе работы выход инструмента из строя характеризуется дополнительно наличием микротрещин, выкашиванием и т. п., то необходим чисто диффузионный слой без слоя нитридных соединений.

Заключение. Разогрев должен быть в щадящем режиме с низкой скоростью и в безазотной среде; кроме того, добавка водорода также должна быть невелика, чтобы не допустить обезуглероживания. Длительность выдержки и температура насыщения должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить максимальное повышение износостойкости, а это значит, что для разных деталей — метчики, сверла, фрезы — режим должен быть свой. Так как мощность разряда зависит от геометрии камеры, температуры процесса и степени загрузки камеры, то на выдержке должна быть такая газовая смесь, которая исключит образование белого слоя в течение времени выдержки.

Список цитируемых источников

1. Саханько, С. А. Технологические особенности ионного азотирования изделий из инструментальных сталей для горячей и холодной обработки / С. А. Саханько, М. Н. Босяков, М. В. Нерода // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. — 2018. — № 4. — С. 13—15.
2. Саханько, С. А. Эффективность применения метода ионного азотирования для упрочнения изделий из стали 13X14N3B2ФР-Ш / С. А. Саханько, М. Н. Босяков, М. В. Нерода // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. науч. тр. : в 3 кн. — Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2018. — Кн. 2 : Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. — С. 235—243.
3. Исследование влияния концентрации легирующих элементов и температуры в процессе ионно-плазменного азотирования на прирост твердости сталей 4X5MФC, P6M5 и 13X / С. А. Саханько [и др.] // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. — 2017. — № 4. — С. 43—46.

УДК 631.158

Е. А. Конопля, А. В. Савинцев

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

«УМНОЕ ФЕРМЕРСКОЕ ХОЗЯЙСТВО» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Введение. Технологии мира развиваются очень быстро, и не далек день, когда все будет роботизировано. На территории Беларуси много разнообразных разработок, связанных с новыми технологиями. В сельском хозяйстве можно увидеть беспилотный трактор, автокормушки, чипирование животных для отслеживания их передвижения и состояния здоровья и т. д. Цель «умного фермерского хозяйства» — объединить технологии сельского хозяйства на благо общества и сделать его более автоматизированным.

Основная часть. В мае 2018 г. было представлено четыре модели беспилотных тракторов. Для создания «умного фермерского хозяйства» подошла бы небольшая модель, которая смогла бы выполнять базовые действия на поле, такие как посевные и поливные работы, вспашка и т. п. Для этого можно использовать модель трактора «Беларус-82.1», который хорошо себя показал во время тестовых испытаний. Две или три модели трактора на одно хозяйство для начала будет достаточно. Для управления таким количеством тракторов нужен один оператор [1].

Применение квадрокоптеров либо беспилотных летательных аппаратов на территории Беларуси еще не сильно развито, но над этим ведутся разработки учеными из различных учреждений образования.

С помощью таких аппаратов можно будет облетать поле с урожаем. Оценивать его состояние и передавать данные о возможных повреждениях урожая, места, где требуется полив/удобрение, места прорастания сорняков. Также они будут помогать оценивать площадь урожая для беспилотной техники на земле и отслеживать их точное местоположение. Если произойдет непредвиденная ситуация с какой-либо техникой на земле, то с помощью дрона можно будет посмотреть, что произошло, так как на каждом имеется камера. Дроны смогут сами летать без управления человеком, нужно будет только задать ключевые точки, а он сам определит оптимальный маршрут и при возникновении угрозы столкновения с деревом или зданием сможет его самостоятельно облететь. В нем заложена система расчета маршрута согласно заряду питания, т. е. он не упадет где-то в поле, израсходовав всю энергию [2].

В европейских странах чипирование животных является обязательной особенностью. Хозяева животных могут с легкостью следить за животными, а в случае какого-либо происшествия им придет уведомление о том что, с их животным произошло несчастье.

Автокормушки для животных — давно не новшество для нашей страны. Они присутствуют практически на всех фермах Беларуси для всех видов животных: кур, коров, коней и т. д.

Автоматическая система сбора отходов животных также широко развита. После сбора отходов есть возможность получить из этого удобрение.

Доильные аппараты для коров значительно облегчают работу на фермерских хозяйствах. С помощью новых разработок вспомогательных приспособлений можно отслеживать количество молока. Примерно так же работает система по сбору яиц.

В сельских хозяйствах емкость для хранения зерна из оцинкованной стали является лучшим выбором. Они достаточно легки в установке и демонтаже, они оборудованы системой вентиляции, которая включает датчики, позволяющие поддерживать требуемую влажность (14 %) для хранения зерна. Они хороши в защите от внешних факторов, таких как холод, жара.

Использование искусственного интеллекта в фермерском хозяйстве значительно облегчит некоторые действия. Благодаря чипированию система может отслеживать температуру и состояние животного, исходя из этого может менять микроклимат в помещении, сообщит оператору о заболевании животного.

Умному фермерскому хозяйству требуется меньше работников, что существенно сокращает расход, примерно половина сэкономленных расходов будет уходить на обеспечение новым оборудованием и проведение технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Также при увеличении производства не будет серьезного увеличения штата сотрудников (таблица 1).

Т а б л и ц а 1 — Сравнение фермерских хозяйств по требуемому количеству работников, человек

| Операция | Умное фермерское хозяйство | Обычное фермерское хозяйство |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Выпас скота | 1 | 2 |
| Кормление животных | 1 | 5—7 |
| Полив растений | 1 | 2—3 |
| Доение крупного рогатого скота | 1 | 4—6 |
| Внесение удобрений | 1 | 2—4 |
| Удаление навоза | 1 | 1—3 |
| ИТОГО | 6 | 16—25 |

Минусом такой фермы в данный момент является дорогое обслуживание, придется обучить работников взаимодействовать с этой фермой, создать курсы по управлению.

Большим плюсом является автоматизация всего хозяйства. У данной фермы будет база данных, которая будет хранить всю информацию об изменениях, количестве полученного молока или яиц за день, состоянии животных, мониторинге состояния здоровья животных. У каждого животного будет личная карточка, исходя из которой будет выдаваться корм. Систему можно будет обучить, проводя контролируемые тесты, которые могут возникнуть в разных ситуациях. В дальнейшем она сможет подстраиваться под определенные действия. Она сможет высчитать оптимальную выдачу корма животным, погодные условия для лучшего сбора урожая. На основе всех данных можно будет создать графики, которые позволят увидеть общий доход от всех видов ресурсов и расходы на обслуживание. Такая ферма позволит максимизировать получение урожая и животных продуктов. Для расположения таких ферм лучше всего подойдут Брестская и Гродненская области, поскольку климат здесь более благоприятный.

Заключение. На основе вводных данных о технологиях, присутствующих на территории Беларуси, можно создать «умное фермерское хозяйство». Идея заключается в создании такого хозяйства, где будет преобладать искусственный интеллект, а на обслуживание такой фермы понадобится меньше работников.

Список цитируемых источников

1. «Беспилотники» Минского тракторного завода [Электронный ресурс] // Авто портал. — Режим доступа: <https://www.abw.by/novosti/rb/204582/>. — Дата доступа: 25.04.2019.
2. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Сел. газ. — Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/u-drona-prognoz-tochnee-chem-u-agronoma.html>. — Дата доступа: 25.04.2019.

УДК 621.928.24

И. М. Корзун

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА АППАРАТОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЗЕРНИСТЫХ СРЕД

Введение. Вибрационные машины получают все более широкое применение в самых разнообразных отраслях промышленности. Наиболее близким по конструкции к пружинному грохоту повышенной эффективности является аппарат для просеивания зернистых материалов [1], а по принципу воздействия на сыпучий материал — вибрационные инерционные грохоты, методики расчета которых приводятся в ряде литературных источников [2, с. 431; 3, с. 44; 4, с. 93; 5, с. 38].

Основная часть. По [1], в аппарате для просеивания сыпучего материала в качестве сита используется спиральная просеивающая поверхность в виде винтовой пружины, смонтированной посредством упругих элементов на раме и связанной с приводом.

В отличие от существующих «жестких» просеивающих поверхностей пружинная просеивающая поверхность совершает собственные колебания витков, которые положительно влияют на происходящий процесс грохочения. Используя формулу Рело [6], зная жесткостные и геометрические характеристики рабочего органа, численно определим частоту собственных колебаний витков:

$$J = 2 \times \frac{\pi d^4}{32} \quad q = 2 \times \rho \times \frac{\pi d^2}{4} \quad p = k \sqrt{\frac{EJ}{ql^4}} = k \sqrt{\frac{E}{7\rho}} \times \frac{d}{D^2},$$

где J — жесткость проволоки на изгиб;

d — диаметр проволоки, м;

q — удельная масса по длине;

ρ — плотность материала, кг / м³;

p — частота, Гц;

E — модуль упругости I-го рода;

l — длина пружины, м;

D — диаметр пружины, м.

Определение частоты колебаний рабочего органа произведено методами, представленными в [7—9] для подобного рода машин (рисунок 1).

Возможно несколько случаев при рассмотрении положения частицы. В результате воздействия толкателя на рабочий орган он совершает движение вниз, а виток движется вперед, и для частоты колебаний рабочего органа имеем следующее выражение:

$$n > \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \alpha)}{A \sin(\varphi + \alpha)}} - \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\Delta p \sin \alpha \cos \varphi}{A \sin(\varphi + \alpha)}}$$

где n — частота колебаний рабочего органа, Гц;

α — угол наклона рабочего органа, град;

A — заданная амплитуда колебаний, мм;

Δ — амплитуда колебаний витка рабочего органа, мм.