

$$v_k = \frac{\pi \times n}{30} \times R \times \eta \text{ (м/с)},$$

где  $\eta$  - коэффициент буксования клубня, ( $\eta=0,5$ );  $n$  - частота вращения валцов,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$R$  - радиус вальца, см.

Следовательно, частота вращения валцов будет равна:

$$n = \frac{v_k \times 30}{\pi \times R \times \eta}, \text{ (мин}^{-1}\text{)}$$

Минимальная скорость движения продукта по очищающей поверхности равна:

$$v_k = 0,1 \text{ м/с},$$

Так как радиус вальца  $R=0,05\text{м}$ , то минимальная частота вращения валцов должна быть:

$$n = \frac{0,1 \times 30}{3,14 \times 0,05 \times 0,5} = 40 \text{ мин}^{-1}$$

Коэффициент адгезии загрязнений  $\alpha$  определяется экспериментальным путем и зависит от свойств почвы и сортовых особенностей клубней картофеля. Значение этого коэффициента при обработке клубней сортов картофеля имеющих гладкую ровную кожуру с мелкими глазками, выращенных на легких песчаных почвах и убранных в сухую погоду может быть принято равным единице. Для почв глинистых и торфяных значение коэффициента адгезии загрязнений будет снижаться, что приведет к уменьшению производительности машины при выполнении требуемого качества очистки поверхности клубней. Анализ научно-технической литературы показывает, что наиболее энергетическим способом предрезалиционной очистки товарного картофеля является механическая очистка с использованием шеточных рабочих органов. Расчеты показывают, что основные параметры машины по сухой очистке товарного картофеля, такие как: производительность должна быть не менее  $8\text{т/ч}$ ; линейная скорость движения клубня по рабочей поверхности равна  $0,1\text{м/с}$ ; минимальная частота вращения вальца  $n=40 \text{ мин}^{-1}$  (требует уточнения в процессе выполнения экспериментальных исследований), эмпирический коэффициент адгезии загрязнений  $\alpha$  стремится к 1 и также требует уточнения в процессе выполнения экспериментальных исследований. Приведена и описана схема устройства по сухой очистке товарного картофеля.

#### Литература

1. Механическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для технологических фак. торг. вузов/В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проничкина, М.К. Богачев. – М.: Экономика, 1981 – 320 с.
2. Груданов В.Я. Основы инженерного творчества. Мн.: Изд. центр БГУ, 2005. – 299 с.
3. Зенков Р.Д., Ивашков И.И. и Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. М.: «Машиностроение», 1987, С. 301–303.

УДК 631.353.3

#### ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АДАПТАЦИИ МАШИННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СЕНА ИЗ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Шупилов А.А., к.т.н., доцент, Касперович Д.В.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

Качество сена из бобовых трав в значительной степени определяется тем, насколько полно удастся сохранить во время сушки листья и соцветия. Существующая технология заготовки сена из бобовых трав характеризуется значительными потерями корма в результате неравномерной сушки стеблей и листьев/1/. Применение плющения частично решает вопрос снижения потерь путем ускорения сушки стеблей, но не позволяет в полной мере устранить основную причину их вызывающую - пересыхание листьев. Данный способ механизированной заготовки сена из бобовых трав характеризуется большими потерями

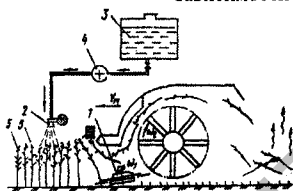
корма (до 35-50%), вызванными следующими двумя причинами [1,2]. При взаимодействии с рабочими органами косилки-плющилки происходит частичное измельчение стеблей на частицы длиной менее 10 см, отрыв листьев и соцветий, которые при последующих технологических операциях теряются. Особенно это относится к рабочим органам плющильного аппарата, которые предназначены для механического разрушения стеблей с целью интенсификации сушки. Потери бобовых трав при обработке плющильным аппаратом в результате отрыва листьев и соцветий от стеблей увеличиваются на 20-50 кг/га по сравнению с простым кошением. Потери листьев и соцветий от обивания плющильным аппаратом могут достигать 4,0% и более. При уборке клеверов отрыв листьев и соцветий происходит также и при воздействии мотвила на скашиваемый травостой. Другой характерной особенностью сушки на сено бобовых трав является неравномерность сушки растения в целом, в результате чего листья пересыхают, крошатся и теряются при выполнении заключительных технологических операций. Листья клевера сохнут в 2-3 раза быстрее стеблей. Реальная опасность значительной потери сухой массы листьев наступает при влажности травы 40-30%. При механическом воздействии листья крошатся, происходит обламывание черенков, а стебли остаются гибкими.

Неравномерность сушки стеблей и листьев ограничивает применение ворошения для интенсификации процесса влагоотдачи. Провяленные травы сгребают в валки и при влажности не ниже 50%. Однако этот прием не в полной мере обеспечивает снижения величины потерь, которые при заготовке клеверного сена остаются значительными и могут достигать в зависимости от погодно-климатических условий 50%. Цель исследований - снижение потерь корма при заготовке сена из клевера путем выравнивания скорости сушки стеблей и листьев, а также скрепления оторванных во время скашивания и плющения листьев и соцветий с основной стебельчатой массой. Для достижения равномерности скорости сушки листьев со скоростью сушки стеблей предлагается использовать полимерные пленкообразующие вещества, которые наносятся на растения перед скашиванием. После высыхания данных веществ на поверхности листьев образуется пленка, которая препятствует их пересыханию, т.е. снижает интенсивность сушки листьев и действует связующе на оторванные во время кошения и плющения от стеблей листья, соцветия, молодые побеги [3]. Непосредственно перед скашиванием сверху на травостой наносят пленкообразующее вещество в виде аэрозоля. Так как в верхушечной части растений находится большая часть листьев (у клевера красного до 80%) и они сорентированы в горизонтальном или близком к нему положении, закрывая нижнюю часть вертикально расположенных стеблей, то основная масса применяемого вещества оседает на верхней поверхности листьев. Легкое и равномерное распределение и хорошая смачиваемость обрабатываемой поверхности листьев достигается путем мелкого распыления используемого вещества в виде аэрозоля. После напыления пленкообразующего вещества травостой скашивается, плющится и укладывается на стерню. В течение 2-3 ч., в зависимости от свойства применяемого вещества, на верхней поверхности листьев и соцветий образуется тонкая пленка, которая является газо- влагонепроницаемой.

Оторванные при кошении и плющении и находящиеся в траве отдельные листья и соцветия приклеиваются при высыхании вещества в местах контакта к основной стебельной массе. При последующей сушке листья, покрытые с одной стороны пленкой, имеют скорость влагоотдачи в 1,5-2 раза меньшею, чем у обычных листьев, так как площадь испарения поверхности листьев уменьшилась на половину. Это, наряду с плющением, создает условия для равномерной сушки растений в целом. Листья не пересыхают и из-за наличия на их поверхности тонкой пленки, не перетираются при влажности менее 40% в процессе выполнения последующих, особенно заключительных, технологических операций. Для реализации способа используются пленкообразующие вещества, которые не претерпевают при высыхании химических превращений и образуют пленку в результате физических процессов - испарения органического растворителя, воды и др. Специфическое требование к применяемому веществу - не снижать качество корма, а по возможности даже его улучшать, например, за счет компонентов, входящих в полимерную композицию. Необходимо также отсутствие вредных воздействий на организм животных и человека. Поэтому целесообразно использовать пленкообразующие клеящие вещества на основе природных полимеров, например казеин. Казеин, сложный белок, образуемый при створаживании обезжиренного

молока под действием ферментов. Для приготовления пленкообразующего вещества казеин сначала переводят в набухшее состояние, а затем растворяют в воде до получения необходимой концентрации раствора. Повышение жизнеспособности образуемого клеящего вещества производится добавлением щелочных соединений. При низкой концентрации водного раствора пленкообразующего вещества при напылении образуются очень тонкие пленки толщиной 0,01-0,5 мм. При сушке травы на 2-3-й день, в зависимости от толщины пленки, происходит ее разрушение под действием солнечных лучей и кислорода (фотодеструкция и фотоокислительная деструкция). Происходит старение полимерной пленки, растрескивание ее поверхности. Механические свойства пленки ухудшаются. Для сохранения пленки на больший период в полимерную композицию добавляют светостабилизирующие препараты, тормозящие разрушение пленки под действием света. Влагопроницаемость пленки повышается с увеличением гидрофильности пленкообразующего вещества путем повышения содержания гидроксильных групп в их макромолекулах. Это позволяет изменять скорость сушки листьев различных видов бобовых культур в необходимых пределах. Для получения на поверхности листьев антимикробной пленки, обладающей способностью подавлять жизнедеятельность гнилостных микроорганизмов, в состав применяемого вещества необходимо ввести антимикробные препараты – химические консерванты (сорбиновая, бензойная кислоты, а также их соли и эфиры). Предложено устройство для реализации данного способа заготовки сена из бобовых трав [4]. На рисунке изображена схема устройства, обеспечивающего адаптацию механизированной заготовки сена к физиологическим особенностям бобовых трав.

Способ осуществляется путем установки на косилке - плюшкилке (рисунок) перед режущим брусом 1 штанги с распылителями 2, связанной с емкостью 3, содержащей необходимый запас раствора применяемого вещества. Для обеспечения подачи и дозирования раствора из емкости 3 к распылителям 2 под давлением предназначен насос-дозатор 4. Штанга с распылителями 2 относительно почвы устанавливается горизонтально в зависимости от высоты травостоя 5. Ориентация распылителей 2 на штанге должна обеспечивать распыл наносимого на верхушечную (листовую) часть растения пленкообразующего вещества. Способ первоначально моделировался в полевых условиях путем распыления из пульверизатора сверху на травостой насыщенного раствора сахара в воде. Полученные после скашивания и сушки результаты позволили перейти в дальнейшем к



опытам с казеином (казеиновым клеем).

Рисунок – Схема устройства для уборки В качестве пленкообразующего вещества использовался бобовых трав также латексный клей: раствор на основе латекса 63%-ного (120 частей) и воды (310 частей). Для лучшего растворения латекса применялся диспергирующий агент – казеин. Смесь латекса в своем составе имеет также природные антиоксиданты, наряду с которыми могут вводиться специальные защитные вещества – антисептики. Для подавления гнилостных микроорганизмов во время сушки в полевых условиях и хранения в смесь латекса вводят химический консервант – бензойная кислота. Расход чистого латекса при образовании на поверхности листьев пленки толщиной 0,01-0,5 мм составляет 10-20 кг/га. Высохшие листочки, покрытые тонкой пленкой, менее хрупки и не перетираются при механическом сдавливании. Применение антимикробного пленочного покрытия на листьях улучшает качество сена путем подавления жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов во время сушки в поле и хранения. Предварительные результаты, полученные при проведении опытов, свидетельствуют о возможности снижения потерь при заготовке сена из бобовых трав (клеверов) предложенным устройством. По сравнению с существующей технологией заготовки сена новый технологический прием имеет следующие преимущества: снижение потерь при сушке и подборе валков до 2%; сокращение времени заготовки сена за счет возможности проведения дополнительного ворошения валков при влажности травы менее 45%; улучшение качества сена путем подавления жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов во время сушки в поле и при последующем хранении.

## Литература

1. Шупилов, А.А. Косилки с плоскими устройствами бильного типа для интенсификации сушки трав (теоретические и экспериментальные исследования, результаты проектирования): монография / А.А.Шупилов. - Минск: БГАТУ, 2007. -120с.

2. Шупилов, А.А., Касперович, Д.В. Адаптация режимно-конструктивных параметров плосилки косилки КПП-3,1 к виду и состоянию кормовых культур. Тезисы докладов международной научно-практической конференции, Минск, 12-13 июня 2008г. «Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве», 1ч., Минск, 2008 г., стр.151.

3. Авторское свидетельство на изобретение №1713484 (СССР). «Способ уборки бобовых трав на сено» Пиуновский, И.И., Шупилов А.А.-Опубл. в Б.И.-1992.-№7.

4. Шупилов, А.А., Агейчик В.А., Касперович Д.В., Положительное решение на выдачу патента РБ по заявке на полезную модель № и 20090457 «Устройство для уборки бобовых трав на сено».

УДК.631.001.4

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СОПРЯЖЕНИЯ К КОНТАКТНЫМ ЗАДАЧАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СРЕД

Чигарев Ю.В., Крук И.С., Воробей А.С., аспирант

*Западнопоморский Технологический Университет*

*Польша*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время существует немного систематизированного материала по контактными задачам упругого и сложного деформирования. Заметную роль в решении упругих контактных задач играет метод теории функций комплексного переменного и теории потенциала, на основе которых построен метод сопряжения. Решение таких задач можно найти в обширном литературном обзоре «Развитие теории контактных задач в СССР». Задачи упругого контактного деформирования, в решении которых использовался метод сопряжения рассматривались в монографии Н.И. Мухелишвили [1]. Л.А. Галин [2] развил метод Мухелишвили Н.И. для плоских задач с введением новых функций, которые являются интегралами типа Коши плотности которых равны соответственно нормальному давлению и тангенциальной нагрузке действующей на поверхности. Через новые функции достаточно просто определяется напряженное состояние в упругой полуплоскости. Введение новых функций дает возможность решать задачи смешанного типа в случае анизотропного тела, с динамической нагрузкой и участками различных типов на площадке контакта. Отметим, что решение контактных задач со сложными средами мало изучено в связи с трудностями математического характера, поэтому использование хорошо разработанного метода сопряжения в решении упруговязких и упруговязкопластических задач даст возможность оценить процесс контактного деформирования более достоверно. Большинство тел как природных так и искусственно созданных являются неоднородными. Неоднородность может проявляться как в пределах, так и за пределом упругости. Как показывают теоретические и практические исследования неоднородность может существенно влиять на прочностные свойства материалов. Современное развитие теории качения в основном связано с упругими и упругопластическими однородными материалами. Однако современные композиционные материалы, грунты и др. являются неоднородными средами и это необходимо учитывать при решении задач качения, так как параметры контактной зоны будут зависеть от изменения свойств среды.

Рассмотрим упруговязкопластическое тело, свойства которого (упругость, вязкость и пластичность) являются функциями координат  $X_i$ ,  $i = 1,2,3$ .

Функцию нагружения примем в виде

$$f(\sigma_y, e_y^e, e_y^p, G(x), \eta(x), k(x)) = 0, \quad (1)$$