

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии заготовки кормов с разработкой
устройства для внесения консервантов

Шифр ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ

Студент _____ Самигуллин Р.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. препод. _____ Хусаинов Р.К.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от «02» февраля 2017 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОРМОВ	
1.1 Технологии консервирования кормов.....	
1.2 Технические средства внесения консервантов	
1.3 Патентный поиск.....	
1.4 Обоснование изменения конструкции	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Техническое задание на разработку устройства для внесения	
2.2 Принципиальные схемы раздельного внесения консервантов	
2.3 Технологический расчет производительности устройства для внесения консервантов.....	
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Расчет шлангового (перильстатического) насоса.....	
3.2 Лабораторные исследования.....	
3.3 Расчет болтового соединения	
3.4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ.....	
3.5. Мероприятия по охране окружающей среды.....	
3.6. Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях.....	
3.7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ	
3.7.1 Расчет стоимости изготовления устройства для внесения консервантов	
3.7.2 Расчет эксплуатационных затрат.....	
3.7.3 Расчет окупаемости затрат	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием, обеспечивающим получение высококачественных консервированных кормов для животноводства, является максимальное сохранение в них питательных веществ и витаминов в процессе заготовки и хранения.

Общим недостатком для грубых и сочных растительных кормов является низкая концентрация протеина. По официальным данным МСХ РФ дефицит переваримого протеина в грубых и сочных кормах составляет почти 0,7 млн. т. Министерство указывает, что задача восполнения этого дефицита актуальна в общей проблеме обеспечения народонаселения страны продуктами животноводства и будет решаться за счет отечественного производства. Остро этот вопрос стоит в молочном скотоводстве, где грубые корма (сенаж, сено) в связи с особенностью типа пищеварения жвачных являются незаменимыми. Дефицит белка в грубых кормах устраняется за счет выращивания бобовых трав: люцерны, козлятник, клевера и т.п. При этом бобовые за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями накапливают в почве азот. МСХ РФ указывает, что в условиях ограниченных материально-технических ресурсов (в том числе азотных удобрений) укосные площади бобовых целесообразно довести до 73% в структуре многолетних трав в 2010 г, а злаковых - сократить до 27%. В связи с этим в России расширяются площади многолетней бобовой травы - козлятника восточного (галега) (*Galega orientalis*), например, только в Татарстане за последние 10 лет они выросли в 3 раза. Урожайность козлятника выше, чем у других бобовых трав, примерно, в 1,5 раза. Он позволяет собрать два урожая за сезон: первый укос - сена, второй сенажа.

Сенаж – один из незаменимых кормов для крупного рогатого скота, но по содержанию протеина он относится к кормам третьего класса (ОСТ 10201-97). Протеин теряется при некачественном сенажировании, поэтому используют различные консерванты, из которых безопасны закваски

молочнокислых бактерий. Однако их протеолитические ферменты разрушают белки, что приводит к снижению протеина на 7-10%. Таким образом, для сенажирования бобовых трав необходимы специальные штаммы молочнокислых бактерий.

В последние годы биопрепараты для консервирования кормов получают все более широкое распространение. Это свидетельствует о безусловной их востребованности. В России, так и во всем мире отмечается переход от химических консервантов к биопрепаратам. Они не оказывают вредного влияния на людей, животных и кормозаготовительную технику, к тому же биологические консерванты во много раз дешевле химических.

Для того чтобы консерванты были эффективными, их необходимо правильно внести в силосуемое растительное сырье. Особенности применения консервантов являются: соответствие нормы внесения препарата нормам изготовителя; высокая равномерность распределения препарата в силосуемой зеленой массе, минимизация потерь в процессе внесения.

Также необходимо максимально автоматизировать процесс внесения консервантов.

Целью дипломной работы является решение конкретной инженерной задачи: повышения эффективности и качества использования сельскохозяйственной техники в условиях ее функционирования. В данном варианте произведена попытка улучшить эффективность технического процесса внесения консервантов в силосуемую массу. В качестве объекта разработки выступает самоходный кормоуборочный комбайн.

1 ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАНИЯ КОРМОВ

1.1 Технологии консервирования кормов

Одним из важнейших видов кормов является сенаж и силос, содержащих большое количество протеина и минеральные вещества. Среди питательных веществ корма особое место принадлежит протеину. Недостаток его ведет к нарушению обмена веществ и снижению продуктивности животных, при этом резко возрастают затраты корма на производство продукции. Биологическая ценность протеина определяется составом содержащихся в нем аминокислот и их соотношением.

Преджелудки жвачных животных обильно населены различными микроорганизмами, которые могут синтезировать почти все аминокислоты за счет простых источников азота. Таким образом, для жвачных животных важно главным образом количество, а не качество белков. Эта особенность обмена веществ, присущая жвачным, позволяет использовать синтетические вещества для частичного восполнения протеина в рационе.

В настоящее время известно более 1000 различных химических препаратов для консервирования кормов. Однако широко внедряются в производство лишь около 50 консервантов. В это число входят жидкие, сухие и газообразные консерванты. К жидким консервантам относятся: соляная кислота, серная кислота, уксусная кислота, пропионовая кислота, масляная кислота, а также их смеси в различном сочетании, например, водный раствор кислот (21 л воды + 1 л серной кислоты + 1 л соляной кислоты) и другие. К сухим консервантам относятся: салициловая кислота, бензойная кислота, пиросульфит натрия, тиосульфат натрия, бисульфат натрия, бисульфат калия, перисульфат натрия, пиросульфат натрия и другие.

Все консерванты должны быть хорошо растворимы, не обладать щелочными и токсическими свойствами, достаточно быстро останавливать в

кормах ферментативные и микробиологические процессы, не ухудшать свойства корма, быть дешевыми, удобными в применении.

Заслуживают внимания способы химического консервирования кормов азотсодержащими веществами: с помощью химических препаратов не только лучше сохраняются зеленые корма в процессе силосования, но и повышается содержание в них азота, корма обогащаются протеином.

Микроорганизмы, населяющие преджелудки, превращают соединения азота в белки своего тела, микроорганизмы затем перевариваются и белок всасывается организмом животного.

Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов необходимы минеральные вещества, такие, как кальций, фосфор, магний, сера, кобальт и др. Поэтому отсутствие или недостаток их в рационе влияет на степень использования азота синтетических веществ. Потребность в кобальте может быть покрыта при добавлении 2,5 - 3 г азотнокислого или углекислого кобальта на тонну концентратов.

Азотсодержащие вещества целесообразно применять при силосовании низкобелковых кормов (кукуруза, сахарная свекла, злаковые травы и т. д.), которые в дальнейшем предназначаются для скармливания жвачным животным, способным с помощью микрофлоры своих преджелудков усваивать азот аммиака.

Что касается других органических азотсодержащих веществ, испытанных с целью обогащения зеленых кормов при силосовании, то наиболее полно в этом отношении были изучены такие соединения, как муравьино-кислый аммоний, уксуснокислый аммоний, пропионово-кислый аммоний, амиды муравьиной, уксусной, пропионовой кислот, тиомочевина и другие. Однако эти соединения, хотя и обогащают корма азотом, за пределы лабораторных испытаний не вышли из-за высокой их стоимости.

Силос с добавками сульфата аммония и карбамида по качеству превосходит силос, обогащенный только одним карбамидом. Расходы на приобретение сульфата аммония и внесение его в зеленую массу полностью

окупаются дополнительно полученной продукцией животных, в рацион которых входил такой силос. При силосовании рекомендуется вносить на 1 т кукурузной массы 6 кг карбамида или 6 кг карбамида и 3 кг сульфата аммония.

Бикарбонат аммония при силосовании кукурузы молочно-восковой и молочной спелости можно добавлять в количестве 9 - 12 кг на тонну массы. Более эффективной является комбинированная добавка карбамида и сульфата аммония по сравнению с несением одного карбамида. На тонну силосуемой массы берут 4 кг карбамида и 2 кг сульфата аммония. Для этого не следует применять сульфат аммония, выпускаемый как удобрение, который не контролируется на содержание ядовитых веществ.

По данным научно-исследовательских учреждений, при кормлении силосом, обогащенным протеином за счет азотистых добавок, повышаются суточные удои коров на 1 - 2 кг, среднесуточные привесы скота па откорме на 100 - 150 г. Норма скармливания обогащенного силоса такая же, как и обычного.

В последние годы биопрепараты для консервирования кормов получают все более широкое распространение. Это свидетельствует о безусловной их востребованности, поскольку приготовление качественного силоса или корма из подвяленных трав неотъемлемая часть технологии получения высоких удоев. Более того, как в России, так и во всем мире отмечается переход от химических консервантов к биопрепаратам. Они не оказывают вредного влияния на людей, животных и кормозаготовительную технику, к тому же биологические консерванты во много раз дешевле химических.

По моим сведениям, в настоящее время в Российской Федерации зарегистрировано четыре биопрепарата для консервирования кормов: наш препарат Биотроф (регистрационное свидетельство Р078-1-1.4-3317, номер регистрации ПВР-1-1.4101369), препарат Сил-Олл (фирма 'Оллтек'), Силос ФидтехR ('ДеЛаваль') и один препарат фирмы 'Биоталь'. Все остальные либо

проходят широкие производственные испытания, либо производятся без регистрации. Главный компонент препаратов - штаммы бактерий.

Встречаются сухие препараты отечественного производства с крайне низким содержанием бактерий. По данным ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, силосная закваска должна обеспечить попадание не менее ста тысяч микроорганизмов на 1 г силосуемой массы. В случае низкого титра бактерий, не обеспечивающего данный норматив, трудно говорить о стабильном действии препарата.

В последнее время широкую популярность приобрел биоконсервант «Биотроф». Успех препарата Биотроф исторически обоснован. Он вобрал в себя опыт учителей и предшественников. В этом году отмечается 75-летие ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и одновременно - 75-летие первой силосной закваски. Основатель лаборатории, Л. Гардер - автор первого высокоэффективного микробиологического препарата для консервирования силоса. Его работы послужили основой и для создания ГОСТа на силос

1.2 Технические средства внесения консервантов

Производство силоса и сенажа стало ключевым элементом технологий кормления животных. Однако становится все более очевидным, что без наличия современного технологического и технического обеспечения всей цепочки его производства и высококвалифицированных специалистов получение качественного и полезного для животных силоса без существенных потерь практически невозможно.

В процессе развития технологий консервирования кормов, начиная с 1960-х годов, развивались и совершенствовались дозирующие системы для внесения добавок. В прошлом это были примитивные приспособления – например, ручные поливалки или шланги с наконечником, вмонтированные в дно деревянного чана с консервантом, а в некоторых случаях и обычный простой веник.

Прежде всего, для того чтобы консерванты были эффективными, их необходимо правильно внести в силосуемое растительное сырье. Особенности применения консервантов являются: соответствие нормы внесения препарата нормам изготовителя; высокая равномерность распределения препарата в силосуемой зеленой массе ; минимизация потерь в процессе внесения.

В зависимости от вида консерванта, а также от технологического и технического обеспечения хозяйств используют следующие способы внесения СД:

- ручной;
- опрыскивание растений на корню перед скашиванием;
- обработка растительной массы в процессе скашивания или подбора с измельчением;
- внесение в растительную массу на прицепах и в кузовах транспортных средств при транспортировке от комбайнов;
- внесение на стационарных пунктах перед закладкой силосуемой массы на хранение;
- внесение непосредственно в силосохранилище траншейного типа в процессе разравнивания и трамбовки;
- внесение при загрузке башенных хранилищ;
- внесение в рулоны, тюки и рукава перед обмоткой их пленкой.

Сейчас в хозяйствах из вышеперечисленных способов применяются в основном три схемы внесения консервантов– внесение в силосных траншеях, в поле на кормозаготовительных агрегатах и ручным способом.

Внесение консерванта в хранилища траншейного типа во многих случаях осуществляют с помощью различных опрыскивателей, которые используют для обработки сельскохозяйственных культур. В траншее консервант из верхних слоев проникают в нижние, поэтому в последние, составляющие примерно треть высоты хранилища, вносят 75%, в средние – 100% и в верхние – 125% нормы внесения (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1. Оборудование для внесения консервантов БОВК-400

Препарат для силосования Биотроф-111 вносят при загрузке массы в силосное сооружение из расчета 1 литр закваски на 150 тонн консервируемой массы, для чего предварительно к 1 литру препарата добавляют 9 литров воды. Затем 1 литр раствора разводят в 60 литрах воды. Полученный рабочий раствор используют для обработки консервируемой массы. Расходуют на 1 тонну консервируемой массы 4 литра рабочего раствора. Опрыскивание бактериальной взвесью производят после равномерного распределения консервируемой массы по траншее слоями не более 40 см.

Основными недостатками внесения СД в хранилищах являются внесение остатков пестицидов, оставшихся после промывки опрыскивателей, в силосную массу и высокая неравномерность внесения СД.

При внесении жидких консервантов наиболее широкое применение за рубежом находят аппликаторы, включающие низкочастотный диафрагменный насос с 12-вольтным двигателем постоянного тока, фильтр, емкость для рабочего раствора (50–200 л), систему управления с бортовым компьютером и дисплеем, электронный расходомер, штангу с двумя

распылителями (с возможностью регулирования по высоте и изменения углов наклона распылителей) и соединительные шланги.

Низкочастотный диафрагменный насос позволяет вносить бактерии при низком давлении, предотвращая повреждение микроорганизмов.

Наиболее широкое применение при заготовке силоса находит способ внесения консерванта непосредственно на кормоуборочном комбайне .

Для внесения СД обычно применяют один или два распылителя, которые устанавливают на входном потоке материала в машину (кормоуборочные комбайны, пресс-подборщики, косилки- измельчители) или в выгрузном раструбе кормоуборочной машины (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 Подборщик ФСТ-1350



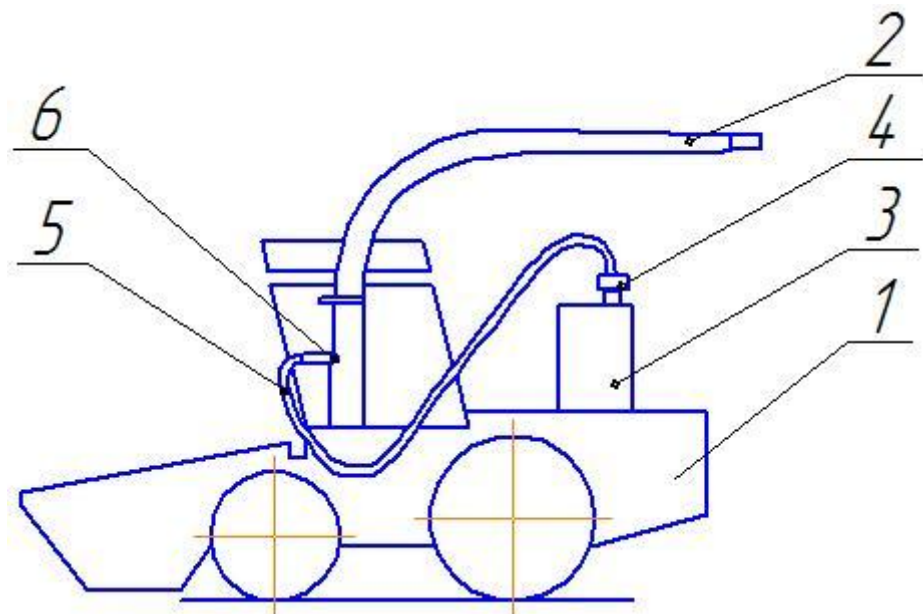
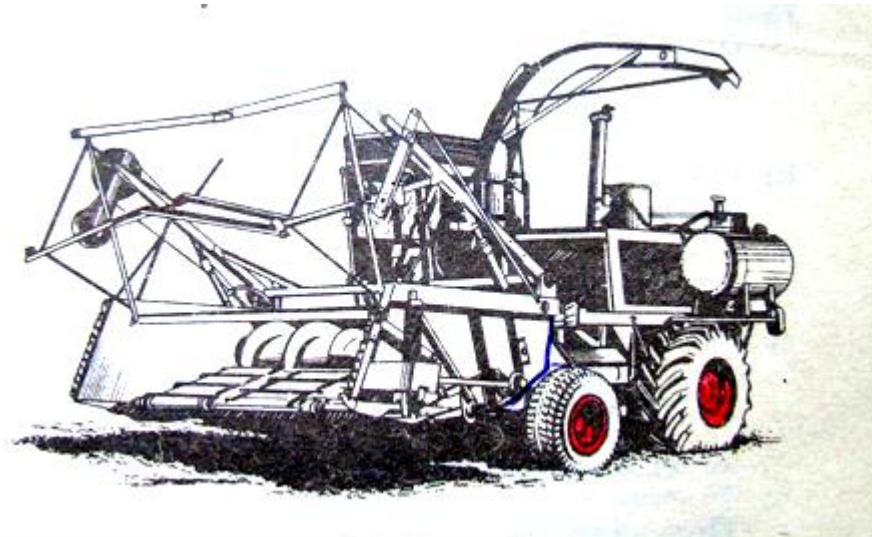
Рисунок 1.3 Место расположения форсунки на силосопроводе



Рисунок 1.4. Схема размещения емкости с биопрепаратом на кормоуборочном комбайне Джон-Дир

Известно устройство к кормоуборочным комбайнам для внесения консервантов УВК-Ф-1 (МПК-7: А01D 78/02), предназначенное для внесения

жидких органических кислот в силосную массу при скашивании и измельчении растительной массы, навешиваемое на кормоуборочные комбайны марки КСК-100 и их модификаций и состоящее из резервуара, дозатора-расходомера, эжектора, рукава эжектора, пульта управления, распылителя, насоса с электродвигателем, с приводом насоса от электросети кормоуборочного комбайна.



1-кормоуборочный комбайн; 2-силосопровод; 3-емкость для жидких консервантов; 4-насос; 5-трубопровод; 6-форсунка

Рисунок 1.5 Общий вид и принципиальная схема устройства для внесения консервантов УВК-Ф-1

Согласно приведенной принципиальной схеме, распылитель установлен в силосопроводе в верхней его части, на входе измельченной массы в отклоненную вбок часть дефлектора.

Для контроля оптимальных норм внесения целесообразно пользоваться следующими методами:

- фиксировать количество, израсходованных на один прицеп зеленой массы;
- установить количество прицепов с зеленой массой, заготовленных при использовании одного бака (бочки 200 л);
- соотнести общий объем израсходованных консервантов (количество баков) и общее количество заготовленного силоса.

Наиболее высокая равномерность достигается при внесении консервантов непосредственно на кормоуборочных комбайнах. Однако при этом на равномерность влияет место расположения распылителей на комбайне – установка распылителей непосредственно перед приемным барабаном жатки обеспечивает максимальную равномерность распределения в массе.

Резервуар для консерванта в зависимости от его объема и формы, а также конструктивных особенностей машины, на которую он монтируется, может быть установлен справа (рядом с кабиной) в задней части комбайна, на передней навеске трактора или непосредственно над подбирающим механизмом (пресс-подборщиков, вагонов-подборщиков и др.). При выборе объема резервуара и места его расположения необходимо оценить возможную перегрузку комбайна, а также избежать уменьшения видимости для оператора и помех для световых приборов.

1.3 Патентный поиск

В ходе исследования был произведен также патентный поиск по устройствам для внесения консервантов:

Известны разработки прицепных агрегатов и оборудования для внесения химических консервантов в растительную массу одновременно с уборкой .

Испытания и проверки в производственных условиях показали, что прицепные агрегаты для внесения жидких консервантов оказались экономически неэффективными из-за сложной конструкции и высокой цены. Кроме того, такие машины снижали маневренность уборочного комплекса, в два раза уменьшая сменную производительность кормоуборочного комбайна. Поэтому они не получили широкого распространения. Более приемлемым оказалось оборудование, монтируемое на комбайнах.

К недостаткам данной конструкции можно отнести то, что расположение распылителя способствует частому его забиванию частицами измельченной массы, поскольку он расположен в месте прохождения её основного потока. При этом даже незначительное забивание распылителя снижает эффективность обработки консервантом растительной массы, а значительное его забивание резко снижает надежность известного устройства. Ещё одним недостатком является отсутствие автомата-выключателя насоса рабочей жидкости, что может способствовать его быстрому выходу из строя.

Известно устройство для внесения консервантов УЖК-3 (МПК-7: А23К3/03), предназначенное для использования при уборке зерновых культур кормоуборочными комбайнами типа Е-281, которые имеют пневмокомпрессоры и ресиверы сжатого воздуха и основными узлами которого являются: емкость для распыляемой жидкости, система рукавов, аппаратура для регулирования и управления и распыливающий наконечник.

В качестве привода устройства для внесения консервантов используется ресивер кормоуборочного комбайна. Консервант под давлением сжатого воздуха через рукава, регулятор потока жидкости, распыливающий наконечник поступает в измельчитель кормоуборочного комбайна, где смешивается с измельченной массой.

Благодаря использованию для привода устройства воздушного ресивера кормоуборочного комбайна конструкция установки значительно упростилась.

Однако подача потока жидкости в измельчитель также не обеспечивает достаточной эффективности и надежности устройства, поскольку распыливающий наконечник, помещенный в измельчитель, также часто забивается. При этом такое его расположение усложняет его монтаж, а также ограничивает к нему доступ, что усложняет его обслуживание. И здесь также не присутствует какой-либо автомат-выключатель расхода рабочей жидкости.

Известно устройство (МПК-7: A23K3/00) к кормоуборочным машинам для внесения жидких консервантов в корм, содержащее емкость для консерванта с заборным трубопроводом, соединенную через исполнительный механизм подачи консерванта с форсунками, установленными в силосопроводе кормоуборочного комбайна, в котором размещен датчик наличия кормовой массы, связанный с исполнительным механизмом, в котором с целью повышения равномерности внесения консерванта оно снабжено установленным после емкости для консерванта промежуточным баком с входным и двумя выходными патрубками и соединенным с баком пневматическим насосом, причем один из выходных патрубков сообщен с емкостью для консерванта, а второй - с исполнительным механизмом.

Недостатком данного устройства является непостоянство подачи консерванта в измельченную массу, так как датчик наличия кормовой массы срабатывает только при подаче большого количества массы. Так же минусом данного устройства является сложность конструкции и установки его на комбайн.

-устройство для внесения консервантов (RU 2372769 C1), (рисунок 1.6)

Устройство для внесения сыпучих консервантов содержит форсунки, установленные на силосопроводе кормоуборочного комбайна. Бункер снабжен регулируемой заслонкой, фиксируемой винтовой рукояткой, и питателем в виде вибрирующего лотка. Передняя часть вибрирующего лотка бункера размещена в загрузочном окне силосопровода, но не выходит за

пределы его стенки, а задняя часть лотка пружинами прикреплена к верхней части бункера. Привод лотка осуществляется электродвигателем с эксцентриком, обеспечивающим посредством штанги движение лотка. Устройство обеспечивает равномерное внесение в измельченную растительную массу консервантов в сухом виде.

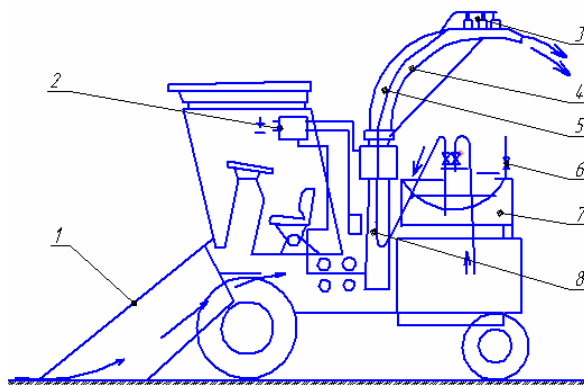


Рисунок 1.6 Устройство для внесения консервантов

- устройство для внесения консервантов УВК-1, (рисунок 1.7)

Устройство для внесения консервантов содержит установленную на кормоуборочной машине герметичную емкость для жидких консервантов. Имеется трубка стабилизации давления, электромагнитный запорный клапан, эластичные трубопроводы, соединенные через регулятор расхода с центробежным распылителем.

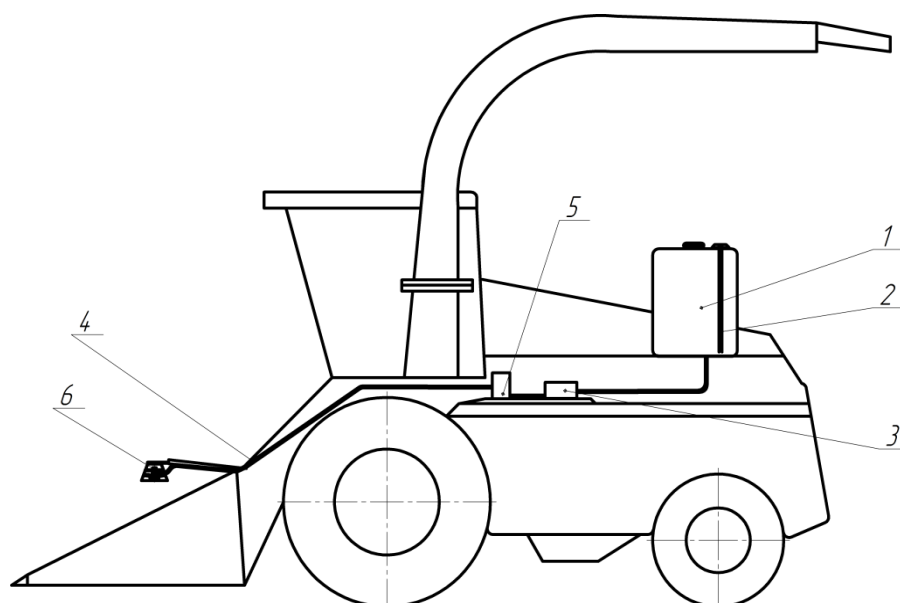


Рисунок 1.7 Устройство для внесения консервантов УВК-1

1.4 Обоснование изменения конструкции

Применение новых конструктивных разработок и пополнение сельскохозяйственного производства высококвалифицированными рабочими и специалистами позволит поднять уровень производства кормовых культур.

Основной недостаток этого способа внесения консервантов то, что препятствует его широкому применению – большие объемы расходы рабочего раствора. Например, компания «Биотроф» - один из лидеров отечественных производителей одноименного микробиологического консерванта, рекомендует норму внесения 4 литра на тонну массы. При уборке трав с урожайностью 20 т/га и силоса с урожайностью 60 т/га и производительности 1,6 га за час даже при установке емкости в 500 литров каждые 2-5 часов требуется заправлять емкости водой и растворять консерванты. Учитывая, что кормоуборочные комбайны работают отрядом в 4-5 машин по 10-12 ч в сутки (для соблюдения технологии закладки одной траншеи емкостью в 2000 тонн за 2-3 дня), требуются значительные затраты времени и средств. Для устранения вышеприведенных недостатков требуется ультрамалообъемное (УМО) внесение консервантов, что позволяет существенно увеличить интервал времени до 12 часов, вместо 2-5 часов между заправками и, соответственно, повысить производительность. Обеспечить требуемую равномерность распределения консерванта в растительной массе при УМО возможно лишь при его внесении на валок, поэтому в отличии от установки дозирующего устройства на входе в измельчитель или на выходе в выгрузной бункер, мы его установили на жатку.

Поисковые эксперименты обнаружили проблему медленного оседания аэрозоля на валок, что приводит к ограничению рабочей скорости и невозможности работы в ветреную погоду из-за сноса распыленного консерванта за пределы убираемой массы.

На основе проведенного поиска и изучения агротехнических требований к уборке, взяв во внимание в качестве прототипа устройство для

внесения консервантов УВК-1 и внеся в него некоторые конструкторские изменения, была сделана попытка разработать оборудование, обладающий рядом положительных качеств и подобрать для него оптимальный режим работы.

Второй нерешенной проблемой остались вопросы сохранности биопрепаратов при длительном нахождении закваски в емкости в жаркую погоду (при разовой заправке за смену). Для этого требуется либо отдельная подача воды и препарата, либо введения в микробиологическую культуру специального стабилизатора хранения бактерий. Перед нами была поставлена задача решить эту проблему техническими средствами.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Техническое задание на разработку устройства для внесения консервантов

На основе анализа литературных источников и требования производства были уточнены пункты технического задания[8,14]:

1. Норма внесения консервантов- 1-2 л/т;
2. Вместимость емкости для консерванта- 400- 500 л. Место установки- в нижней или боковой части;
3. Равномерность внесения- не менее 95 %;
4. Напряжение питания- 12- 24 В
5. Потребляемая мощность – не более 200 Вт.
6. Стоимость базовой комплектации- не более 50 тыс.руб.
7. Возможность внесения биологических препаратов. Препараты должны быть в отдельной теплоизолированной емкости с автоматической подачей во время работы.
- 8 Должно быть предусмотрено автоматическое отключение при заполнении емкости с водой и при опорожнения емкости («защита от сухого хода»).
- 9 Должно быть предусмотрено два режима работы- ручной и автоматический. При автоматическом режиме система должна включаться при непосредственном подборе и измельчении зеленой массы.

В соответствии с техзаданием мне была поручена разработка насоса для основной воды.

2.2 Принципиальные схемы раздельного внесения консервантов

Для хранения и транспортировки биопрепаратов применяем термоконтейнер, содержащий корпус с термоизоляцией, крышку с уплотнением и аккумулятор холода, снабжен внутренним контейнером с термоизоляцией и крышкой с уплотнением. В полостях между стенками

корпуса и внутренней камеры расположены с воздушным зазором аккумуляторы холода, при этом внутренняя камера выполнена с возможностью поочередного воздухообмена с окружающей средой или полостью между стенками корпуса и внутренней камеры через воздухопроводы с встроенными клапанами, соединенными с датчиком температуры[14].

Таким образом достигается сохранность биопрепарата при длительном нахождении в условиях повышенных температур, оператору удобнее контролировать процесс внесения консервантов, исключаются потери препарата.

Для отдельного хранения и подачи биоконсервантов и воды требуется устройство для смешивания- смеситель. Рассмотрим различные варианты. Так, смеситель на основе трубки Вентури и струйных насосов.

Достоинствами струйных насосов являются простота конструкции, надежность в работе, небольшие габаритные размеры и невысокая стоимость. К недостаткам можно отнести низкий КПД и необходимость подачи к соплу относительно больших расходов жидкости под высоким давлением.

Как показали предыдущие исследования, применение таких смесителей не позволяет точно дозировать вносимый консервант, к тому же система работает при достаточно больших расходах жидкости.

Как показал анализ, наиболее оптимальным является отдельное внесение консервантов на основе шланговых насосов. Шланговые насосы предназначены для работы в самых тяжелых промышленных условиях и идеально подходят для перекачивания абразивных, коррозионных, вязких и кристаллизующихся сред. Эти насосы не перегреваются даже при высокой скорости непрерывного потока; работа насоса отличается стабильностью и высокой надежностью. Энергоэффективность, длительный срок службы насоса и низкая потребность в техническом обслуживании обеспечивают значительную экономию на протяжении всего срока службы шланговых насосов.

Основным элементом шлангового перистальтического насоса является рабочий орган, представляющий собой упругий элемент, имеющий, как правило, трубчатую форму, по которому перекачиваемое вещество продавливается в сторону нагнетания с помощью выжимных элементов. При этом всасывание перекачиваемого вещества осуществляется за счет восстановления упругим рабочим органом своей изначальной формы[16,17].

Во время каждого оборота ротора трубка постепенно сплющивается, прижимаясь роликами к корпусу, при этом, когда она возвращается в первоначальную форму, образуется разрежение, а жидкость, захваченная между роликами, выталкивается из насоса.

Ролик ротора насоса, скользящий по поверхности шланга внутри корпуса передавливает шланг, создавая герметичное разделение внутри насоса между входом и выходом жидкости. Распрямляясь, эластичный шланг изменяет объем рабочей камеры насоса. Жидкость всасывается внутрь шланга

второй ролик пережимает шланг, создавая замкнутый объем жидкости внутри насоса, жидкость перемещается к выходу насоса, в полость насоса втягивается новая порция жидкости перистальтический насос полностью заполнен, выход жидкости из насоса открыт, перекрытый объем жидкости выдавливается из насоса благодаря эластичности шланга происходит постоянное изменение объема рабочей камеры насоса. Цикл работы повторяется.

На основании литературного обзора рассмотрены перистальтических насосов различных конструкций. Все они имеют достоинства и недостатки известных конструктивных схем исполнения перистальтических насосов.

В мировой практике наибольшее распространение получили перистальтические насосы, в которых в качестве рабочего органа применяется эластичный шланг, расположенный U – образно в корпусе насоса. Для продавливания перекачиваемого вещества по шлангу применяются, как правило, два или три выжимных элемента, в качестве которых

применяются свободно вращающиеся ролики или специальные башмаки, перемещающиеся по шлангу с трением скольжения в среде жидкой смазки.

Ресурс работы шланга определяется стойкостью его материала к воздействию выжимных элементов и перекачиваемой среды, а также определяется условиями его нагружения, которые зависят от конструкции насоса.

Для проверки работоспособности разработанной конструкции нами был изготовлен натурный образец насосной установки. В созданном насосе шланг располагался в виде U – образного элемента. В качестве выжимного элемента применялся ролик диаметром 30 мм. Привод взяли от мотторедуктора стеклоочистителя автомобиля, изменение частоты вращения роликов производилось включением дополнительных сопротивлений.

Целью экспериментов являлось исследование работы шланга в насосе. При этом проводились исследования способов расположения и фиксации шланга на барабане насоса.

Для улучшения условий работы шланга, в том числе для предотвращения сдвига его витков, изначально предлагалось размещать шланг в выполненной на барабане спиральной проточке. Проведенные экспериментальные исследования доказывают неэффективность данной меры, т.к. в процессе приработки, вследствие эластичности материала, шланг занимает определенное положение на барабане, которое может не совпасть с предсказанным теоретически. При этом происходит преждевременное разрушение шланга в результате закусывания его между роликом и бортами проточки.

В процессе приработки насоса отмечается удлинение шланга. Установлено, что удлинение шланга может достигать до 10% от общей длины его витков, расположенных на барабане. Поэтому с увеличением количества витков шланга отмечается тенденция к образованию складки со стороны нагнетания насоса.

В ходе испытаний насоса шланг фиксировался на барабане с помощью клея 88 НП. При расположении шланга на барабане с правильно выбранным

шагом навивки, а также при монтаже шланга с предварительным натяжением и при обеспечении возможности беспрепятственного накопления образующейся складки шланга, необходимость применения специальных средств фиксации шланга к барабану (типа клея, вулканизации и т.п.) отсутствовала.

В случае применения в насосе шлангов высокого давления, не обладающих высокой термостойкостью (-20 ; $+80$ °C), при неправильном выборе частоты вращения ротора возникает опасность перегрева шланга.

В ходе испытаний насоса проводилась наработка в течение 10 часов при использовании в качестве рабочего органа маслобензостойкого шланга (ТУ 38605185 92), имеющего внутренний диаметр 10 мм и толщину стенки 5 мм. Наработка проводилась при частоте вращения ротора насоса 45 об/мин и давлении 0,4 МПа, при этом подача насоса составляла 0,9 л/ч.

Для проведения сравнительного анализа характеристик насоса наиболее объективным критерием является КПД, который можно определить, имея экспериментальные данные относительно подачи насоса и момента на его роторе.

Подача насоса измерялась по изменению уровня перекачиваемой жидкости в мерной емкости. Регулирование давления осуществлялось задвижкой на нагнетании насоса и измерялось манометром. Зазор на сжатом сечении шланга устанавливался регулировочными болтами, воздействующими на ролик насоса.

Проведенные экспериментальные исследования доказывают возможность эксплуатации насоса как при полном, так и при неполном сжатии шланга выжимным элементом (роликом или цилиндром).

2.3 Технологический расчет производительности устройства для внесения консервантов

За расчет примем уборку козлятника на силос урожайностью 15 т/га комбайном Дон-680 с подборщиком шириной захвата 3 м, скоростью движения 8 км/ч и расходом консерванта в расчете 1 л/т. Площадь поля равна 100 га[8,10].

Найдем производительность комбайна за 1 час, т/ч:

$$W = 0,36 \cdot B_r \cdot V_r \cdot \tau \cdot U, \quad (2.1)$$

где B_r - ширина захвата жатки, м

V_r - рабочая скорость движения, км/ч

τ - коэффициент эксплуатационного времени

U - урожайность, т/га

$$W = 0,36 \cdot 2,9 \cdot 8 \cdot 0,7 \cdot 50 = 292 \text{ т/ч}$$

По техническим характеристикам комбайн Дон-680 при урожайности убираемой культуры выше 20т/га и влажности 80% способен убирать 54 т/ч. Поэтому мы ограничимся производительностью 54 т/ч.

Расход консерванта за час, л/ч:

$$Q = W \cdot q, \quad (2.2)$$

где q – норма внесения консерванта, л/т

$$Q = 54 \cdot 1 = 54 \text{ л/ч}$$

Общее количество силоса, заготовленного с данного поля, т:

$$C = S \cdot U, \quad (2.3)$$

где S – площадь поля, га;

U – урожайность т/га.

$$C = 100 \cdot 50 = 5000 \text{ т}$$

Необходимое количество консерванта общее, л:

$$K = \tilde{N} \cdot q, \quad (2.4)$$

$$K = 5000 \cdot 1 = 5000 \text{ л}$$

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет шлангового (перильстатического) насоса

Для продавливания перекачиваемого вещества по шлангу в данном насосе применяется один цилиндрический ролик (или несколько роликов).

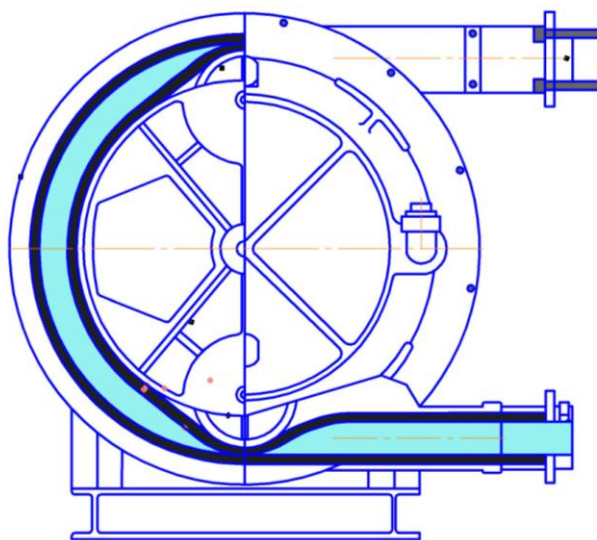


Рисунок 3.1 – Общий вид шлангового насоса.

В случае эксплуатации насоса при полном сжатии шланга выжимными элементами его подача не зависит от создаваемого давления, а зависит только от объема витка шланга и частоты вращения ротора:

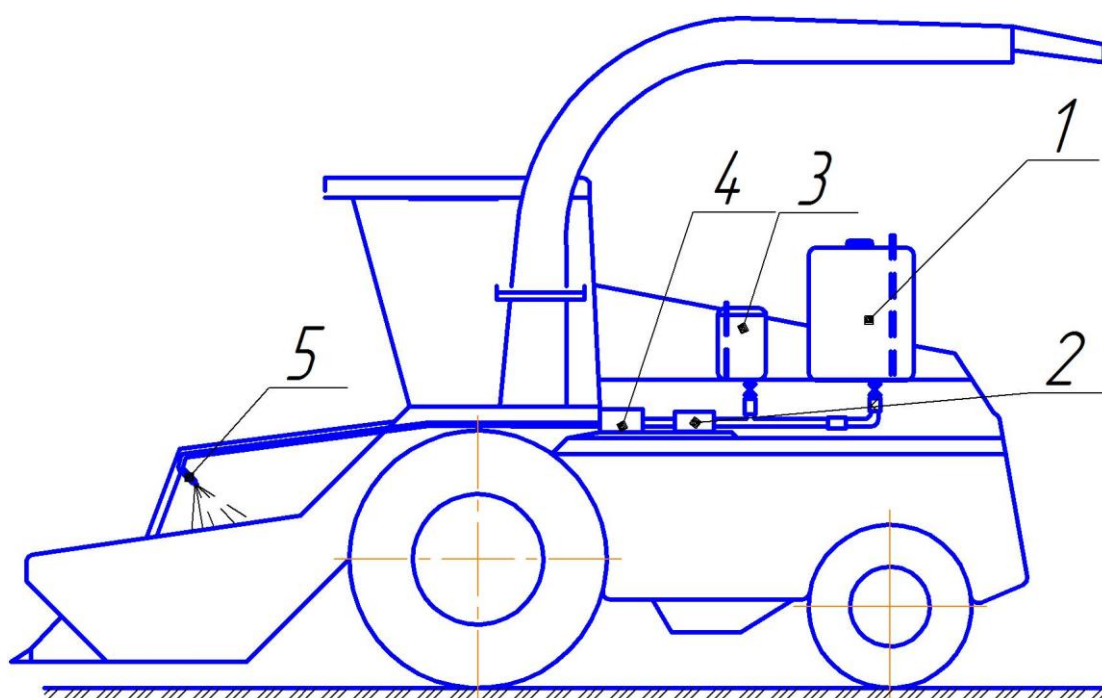
$$Q = \frac{V_{\text{в}} \cdot n}{60} \quad (3.1)$$

где $V_{\text{в}}$ – объем одного полного витка шланга; n – число оборотов ротора насоса в минуту.

					<i>ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		<i>Самигуллин Р.Р.</i>			<i>Насос шланговый</i>		
Провер.		<i>Хусаинов Р.К.</i>					
Реценз.							
Н. Контр.		<i>Марданов Р.Х.</i>					
Утверд.		<i>Халиуллин Д.Т.</i>					
						Лит.	Лист
							1
						Листов	
						25	
						<i>Каз ГАУ каф. МОА</i>	

Объем витка шланга определяется конструкцией насоса и его геометрическими характеристиками. Увеличение количества выжимных роликов ведет к снижению объема витка шланга за счет увеличения количества сжатых участков по его длине. При этом снижается средняя подача насоса, что также приводит к увеличению неравномерности подачи.

Поэтому предлагаю конструкцию насоса с одним роликом, расположением шлага в один виток. В полость насоса залить глицерин. Это позволит повысить равномерность подачи насоса, увеличить срок службы шланга в 2 раза.



1-емкость для воды; 2-смеситель; 3-емкость для жидких консервантов; 4-насос; 5-распылитель.

Рисунок 3.2 – Общи вид комбайна с устройством для внесения консервантов

Всасывание и нагнетание насоса происходят одновременно, поэтому его подача практически равномерна, при этом коэффициент неравномерности приближается к единице.

Основное влияние на подачу насоса оказывают его геометрические размеры (диаметр шланга, диаметр барабана) и частота вращения ротора.

КПД насоса определяется объемными, гидравлическими и механическими потерями. В случае эксплуатации насоса при полном сжатии шланга основное влияние на его КПД оказывают механические потери, идущие на теплообразование в материале шланга при перекачивании по нему роликов. Данные потери пропорциональны количеству одновременно сжатых участков по длине шланга, что определяется количеством его витков и количеством выжимных роликов. Соответственно для обеспечения максимального КПД насоса целесообразно применять минимальное количество роликов и минимальное количество витков шланга.

При работе насоса эластичный шланг подвергается многократным циклическим нагрузкам со стороны перекачивающихся по нему роликов. При этом ресурс работы шланга определяется количеством циклов, выдерживаемых им до разрушения, и для допустимого интервала температур эксплуатации и скоростей вращения ротора насоса приблизительно определяется по формуле:

$$T = \frac{U}{n \cdot n_p \cdot 60} \quad (3.2)$$

где T – ресурс работы эластичного шланга (в часах);

U – количество циклов нагружения шланга до его разрушения;

n – число оборотов ротора насоса в минуту;

n_p – количество выжимных роликов.

В случае эксплуатации насоса при неполном сжатии шланга перепад давления создается ступенчато за счет применения нескольких витков шланга или нескольких выжимных роликов:

$$P = \Delta P \cdot n_v \cdot n_p \quad (3.3)$$

где P – суммарный перепад давления, создаваемый насосом;

ΔP – перепад давления на одном сжатом участке шланга;

N_v – количество витков шланга

За счет гарантированного зазора на сжатом сечении шланга имеют

место потери подачи, которые зависят от создаваемого насосом перепада давления.

Для оценки влияния зазора на сжатом сечении шланга на его ресурс введен коэффициент ресурса k_T , показывающий, во сколько раз ресурс работы шланга исследуемого насоса при неполном его сжатии $T(z; n_p)$ больше, чем ресурс работы шланга в насосе с U – образным его расположением и двумя роликами при полном его сжатии $T(z=0; n_p=2)$.

$$k_T = \frac{T_{(z;n_p)}}{T_{(z=0;n_p=2)}} \quad (3.4)$$

где $Q_{(z;n_p)}$ – подача исследуемого насоса в случае его эксплуатации при неполном сжатии шланга;

$Q_{(z=0;n_p=2)}$ – подача насоса с U – образным шлангом и двумя роликами в случае его эксплуатации при полном сжатии шланга.

Основным элементом перистальтического насоса является рабочий орган, представляющий собой упругий элемент, имеющий, как правило, трубчатую форму, по которому перекачиваемое вещество продавливается в сторону нагнетания с помощью выжимных элементов. При этом всасывание перекачиваемого вещества осуществляется за счет восстановления упругим рабочим органом своей изначальной формы.

На основании литературного обзора рассмотрены перистальтических насосов различных конструкций. Все они имеют достоинства и недостатки известных конструктивных схем исполнения перистальтических насосов.

В мировой практике наибольшее распространение получили перистальтические насосы, в которых в качестве рабочего органа применяется эластичный шланг, расположенный U – образно в корпусе насоса. Для продавливания перекачиваемого вещества по шлангу применяются, как правило, два или три выжимных элемента, в качестве

которых применяются свободно вращающиеся ролики или специальные башмаки, перемещающиеся по шлангу с трением скольжения в среде жидкой смазки.

Перистальтические шланговые насосы по сравнению с традиционными типами насосов имеют ряд преимуществ, к которым относятся[13]:

- Полная герметичность, отсутствие уплотнений.
- Самовсасывание до 9 м вод. ст. без предварительной заливки.
- Возможность перекачивания практически любых химически активных сред (определяется материалом шланга).
- Возможность перекачивания сред с большим содержанием твердых и абразивных частиц, а также волокнистых включений.
- Стабильная работа с газонасыщенными и высоковязкими средами.
- Возможность длительной работы при отсутствии жидкости в насосе.
- Возможность реверсивной работы.
- Гладкая проточная часть, отсутствие клапанов, карманов. Отсутствие контакта перекачиваемого вещества с движущимися частями насоса.

В настоящее время во многих развитых странах перистальтические шланговые насосы выпускаются рядом фирм: PCM Pompes, Crucial, Watson-Marlow и др. Производимые ими насосы широко применяются во многих областях промышленности, и в частности применяются для откачки вязких, коррозионно-активных и загрязненных сред из резервуаров и отстойников, для сбора разлитых нефтепродуктов, для перекачивания бурового раствора и строительных цементных смесей, применяются в качестве насосов-дозаторов в различных технологических процессах и т.д.

Основным недостатком существующих перистальтических шланговых насосов является низкий ресурс работы применяемого эластичного шланга, который составляет, как правило, не более 2000 часов.

Ресурс работы шланга определяется стойкостью его материала к воздействию выжимных элементов и перекачиваемой среды, а также

определяется условиями его нагружения, которые зависят от конструкции насоса.

3.2 Лабораторные исследования

В начале объектом исследований был шланговый насос Elpan 372,С. Рассматривали зависимость подачи от частоты вращения вала, от диаметра внутреннего сечения шланга. Исследования показали, что при увеличении оборотов вала подача насоса увеличивается не по прямой линии, а чем больше обороты вала, тем резче увеличивается подача насоса. Из этого следует, что при использовании шланга меньшего диаметра шаг дозирования будет меньшим.

Исходя из вышеуказанных опытов выбрали шланг с внутренним диаметром сечения 10 мм.

Для проверки работоспособности разработанной конструкции нами был изготовлен натурный образец насосной установки. В качестве выжимного элемента применялся ролик диаметром 26 мм. Привод взяли от мотор-редуктора на 24 V с блоком управления.

Целью экспериментов являлось исследование работы шланга в насосе. При этом проводились исследования способов расположения и фиксации шланга на барабане насоса.

Для улучшения условий работы шланга, в том числе для предотвращения сдвига его витков, изначально предлагалось размещать шланг в выполненной на барабане спиральной проточке. Проведенные экспериментальные исследования доказывают неэффективность данной меры, т.к. в процессе приработки, вследствие эластичности материала, шланг занимает определенное положение на барабане, которое может не совпасть с предсказанным теоретически. При этом происходит преждевременное разрушение шланга в результате закусывания его между роликом и бортами проточки.

В процессе приработки насоса отмечается удлинение шланга.

					<i>ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Установлено, что удлинение шланга может достигать до 10% от общей длины его витков, расположенных на барабане. Поэтому с увеличением количества витков шланга отмечается тенденция к образованию складки со стороны нагнетания насоса.

В ходе испытаний насоса шланг фиксировался на барабане с помощью клея 88 НП. При расположении шланга на барабане с правильно выбранным шагом навивки, а также при монтаже шланга с предварительным натяжением и при обеспечении возможности беспрепятственного накопления образующейся складки шланга, необходимость применения специальных средств фиксации шланга к барабану (типа клея, вулканизации и т.п.) отсутствовала.

В случае применения в насосе шлангов высокого давления, не обладающих высокой термостойкостью (-20; +80 0С), при неправильном выборе частоты вращения ротора возникает опасность перегрева шланга.

В ходе испытаний насоса проводилась наработка в течение 10 часов при использовании в качестве рабочего органа маслобензостойкого шланга (ТУ 38605185 92), имеющего внутренний диаметр 10 мм и толщину стенки 5 мм. Из исследований работы кормоуборочного комбайна нам требуется подача воды 60 л/ч. По формуле 2.5 определим нужное количество оборотов:

$$n=Q/V_p; \quad (3.5)$$

$$V_p=\pi^2 \cdot r^2 \cdot D \quad (3.6)$$

,где r - радиус внутреннего сечения шланга, 5 мм,

D -радиус витка шланга, 90 мм.

$$n=1 \text{ л/мин}/0,0355 \text{ л} \approx 45 \text{ об/мин.}$$

$$V_p=9.8596 \cdot 2,25=22,18 \text{ см}^3=0,02218 \text{ л};$$

Наработка проводилась при частоте вращения ротора насоса 45 об/мин и давлении 0,4 МПа, при этом подача насоса составляла 0,99 л/ч.

Для проведения сравнительного анализа характеристик насоса наиболее объективным критерием является КПД, который можно

определить, имея экспериментальные данные относительно подачи насоса и момента на его роторе.

Подача насоса измерялась по изменению уровня перекачиваемой жидкости в мерной емкости. Регулирование давления осуществлялось задвижкой на нагнетании насоса и измерялось манометром. Зазор на сжатом сечении шланга можно изменять меняя положение оси ролика на коромысле.

Проведенные экспериментальные исследования доказывают возможность эксплуатации насоса как при полном, так и при неполном сжатии шланга выжимным элементом (роликом или цилиндром).

3.3 Расчет болтового соединения

В конструкции кронштейн крепления емкости на раму предусмотрено болтовым соединением к раме.

Исходные величины: $F_{вн} = R_{хл} + R_{хп} = 1,35 + 0,8 = 2,15$ кН, количество болтов крепления $z = 4$, вращающий момент на кронштейне $M = 133,4$ кН·мм, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 40^\circ$, $a = 40$ мм, $b = 68$ мм. $[\sigma_T] = 220$ МПа

Расчет болтового соединения на прочность

Разработанный шланговый насос присоединен к корпусу комбайна болтовым соединением.

В большинстве случаев болтовые соединения на прочность не рассчитывают, так как выбранные конструктором болты (винты) из наиболее употребляемых металлов по своим прочностным характеристикам. Однако в некоторых случаях расчет болтовых соединений на прочность необходим, чтобы убедиться в надежности и долговечности работы деталей прибора или узла при их минимальных массе и размерах[4].

Примем допущение, что на насос действуют статическая нагрузка

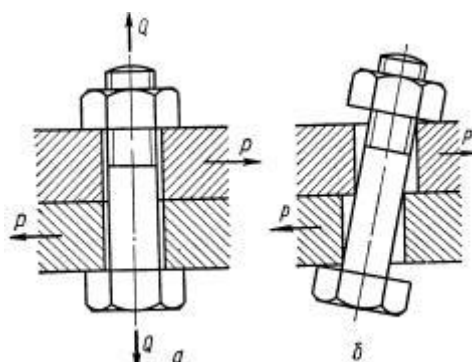
					<i>ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Основным критерием работоспособности резьбовых соединений является прочность. Так как все стандартные болты, винты и шпильки изготавливают равнопрочными на разрыв стержня по резьбе, на срез резьбы и на отрыв головки, то их рассчитаем по основному критерию работоспособности прочности нарезной части стержня. Из расчета стержня на прочность определяют внутренний диаметр резьбы d_1 , а остальные размеры болта, винта, шпильки и гайки принимаем в зависимости от диаметра резьбы по стандарту. Длину болта принимают в зависимости от толщины соединяемых деталей. В дальнейшем для краткости под словом «болт» будем подразумевать также винты и шпильки.

В зависимости от условий сборки и нагружения различают резьбовые соединения с предварительной затяжкой и без предварительной затяжки.

При сборке резьбового соединения с предварительной затяжкой гайку закручивают так, что в стержне болта возникают напряжения еще до приложения рабочей нагрузки.

Поскольку в машиностроении резьбовые соединения, как правило, работают со значительной предварительной затяжкой, то для большей части деталей с резьбой применяют расчет на статическую прочность.



Расчет болта с предварительной затяжкой, нагруженного поперечной силой. Болт установлен в отверстие с зазором. При недостаточной затяжке произойдет сдвиг соединяемых деталей (рис. 3.96, б), что приведет к изгибу болта и выходу из строя соединения. Во избежание

этого резьбовое соединение следует затянуть с такой силой Q , чтобы создать на поверхности стыка силу трения P , по причине большую или равную внешней поперечной силе P :

$$F = fQ \leq P \text{ или } fQ = KP,$$

где K — коэффициент запаса против взаимного сдвига деталей ($K = 1,3$ — $1,5$ при статической нагрузке, $K = 1,8$ — 2 при переменной);

f — коэффициент трения, для чугуна и стали $f = 0,15$ — $0,20$.

Тогда сила затяжки болта

$$Q = \frac{KP}{fi}, \quad (3.7)$$

где i — число стыков (в этом случае $i = 1$). Диаметр болта определяют по формуле

$$d_1 = \sqrt{\frac{4\beta Q}{\pi[\sigma]_p}}, \quad (3.8)$$

где Q — сила затяжки болта, определяемая по формуле (3.7);

$[\sigma]_p$ — допускаемое напряжение на растяжение.

где $\beta = 1,3$ — коэффициент, учитывающий скручивание болта;

В соединениях, где болты поставлены с зазором, сила затяжки Q по величине значительно больше поперечной силы P . Действительно, при $f = 0,2$

$$Q = \frac{P}{f} = \frac{P}{0,2} = 5P \quad (3.9)$$

Найдем предварительно силы, действующие на болт в вертикальной, горизонтальной и фронтальной плоскостях:

$$F_v = F_{вн} \cdot \cos \alpha = 2,15 \cdot \cos 60^\circ = 1,08 \text{ кН},$$

$$F_{\Gamma} = F_{вн} \cdot \sin \alpha = 2,15 \cdot \sin 60^\circ = 1,9 \text{ кН},$$

$$F_t = M / c = 133,4 / 69 = 2 \text{ кН}$$

Нагрузки на 1 болт:

$$F'_{\Gamma} = F_{\Gamma} / z = 1,9 / 6 = 0,31 \text{ кН}$$

$$F'_t = F_t / z = 2 / 6 = 0,33 \text{ кН}$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta = 90^\circ - 40^\circ = 30^\circ$$

Суммарная сила, действующая на болт в плоскости стыка находится по теореме косинуса:

$$F_C = \sqrt{F'_r{}^2 + F'_t{}^2 + 2 \cdot F'_r \cdot F'_t \cdot \cos \gamma} = \\ = \sqrt{0,31^2 + 0,33^2 + 2 \cdot 0,31 \cdot 0,33 \cdot \cos 30^\circ} = 0,38 \text{ кН}$$

Определим максимальную силу, действующую на какой – либо болт, для этого место болта представим в виде опоры, а стык – в виде балки (рисунок 3.1), тогда[7]:

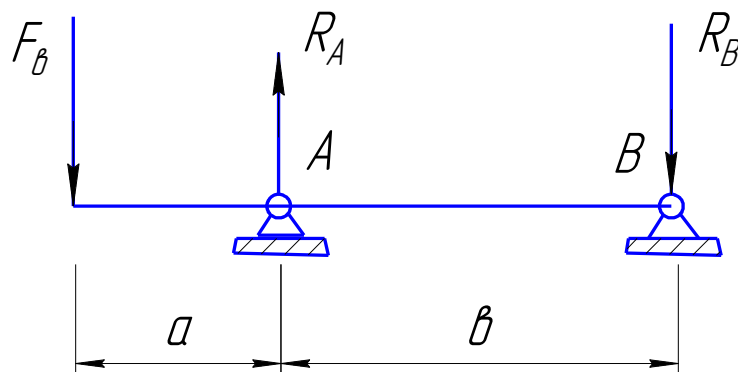


Рисунок 3.1 Балка – стык

$$\Sigma M_A = 0: F_B \cdot a - R_B \cdot b = 0, \quad \text{отсюда:}$$

$$R_B = F_B \cdot a / b = 1,08 \cdot 40 / 68 = 0,64 \text{ кН}$$

$$\Sigma M_B = 0: F_B \cdot (a + b) - R_A \cdot b = 0$$

$$R_A = F_B \cdot (a + b) / b = 1,08 \cdot (40 + 68) / 68 = 1,03 \text{ кН}$$

Принимаем $R_{\max} = R_A = 1,03 \text{ кН}$

Определим максимальную потребную силу затяжки.

а) По условию нераскрытия стыка.

$$F_{\text{зат}} = K_{\text{зат}} \cdot R_{\max}, \quad (3.10)$$

где $K_{\text{зат}}$ – коэффициент затяжки.

При постоянной нагрузке $K_{\text{зат}} = 1,25 - 2$ [7], тогда:

$$F_{\text{зат}} = (1,25 \dots 2) \cdot 1,03 = 1,63 \dots 2,6 \text{ кН}$$

По условию неподвижности стыка:

$$F_{\text{зат}} = \frac{K \cdot F_C}{i \cdot f}, \quad (3.11)$$

где K – коэффициент запаса;

i – число плоскостей стыка деталей;

f – коэффициент трения в стыке.

При соединении двух деталей $i = 1$, при статической нагрузке $K = 1,3 \dots 1,5$, для чугунных и стальных поверхностей $f = 0,15 \dots 0,20$ [9].

$$F_{зат} = \frac{(1,3 \dots 1,5) \cdot 0,38}{1 \cdot (0,15 \dots 0,20)} = 2,47 \dots 3,8 \text{ кН},$$

Принимаем из расчета по двум условиям $F_{зат} = 3,8$ кН.

Вычислим расчетную (суммарную) нагрузку болта:

$$F_{PAC} = 1,3 \cdot F_{зат} + \chi \cdot R_{max}; \quad (3.12)$$

где $1,3$ – коэффициент, учитывающий напряжение кручения, которые могут возникать при затяжке соединения под нагрузкой;

χ – коэффициент внешней нагрузки;

При жестком стыке $\chi = 0,2 \dots 0,3$ [9]. Принимаем $\chi = 0,25$

$$F_{PAC} = 1,3 \cdot 3,8 + 0,25 \cdot 1,03 = 5,2 \text{ кН}$$

Прочность болта при статических нагрузках:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F_{PAC}}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma], \quad (3.13)$$

где σ – напряжения, возникающие в стержне болта, МПа;

$[\sigma]$ – максимально допустимые напряжения, МПа;

d_1 – диаметр по впадинам резьбы, мм.

$$[\sigma] = \sigma_T / S_T,$$

где S_T – запас статической прочности по текучести материала.

Для неконтролируемой затяжки при резьбе от М16 до М30 и углеродистой стали болта $S_T = 2,5 \dots 4$. Принимаем $S_T = 3$, тогда:

$$[\sigma] = 220 / 3 = 62,85 \text{ МПа}$$

Из формулы 3.7 выразим d_1 :

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{PAC}}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5200}{\pi \cdot 73}} = 9.50 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр болта 10 мм.

					ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

3.4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

В разделе 3 разработана установка для внесения консервантов, монтируемая на кормоуборочных комбайнах. Поэтому наша задача состоит в том, чтобы устранить возможности возникновения несчастных случаев при работе на этих комбайнах и сохранения здоровья рабочего персонала.

До начала работ комбайн необходимо оснастить медицинской аптечкой. Следует систематически следить за пополнением аптечки на комбайне необходимыми медикаментами.

Перед началом работы необходимо ознакомиться со всеми органами управления и их функциями. Самый травмоопасный механизм- режущий аппарат. Все ножи режущих аппаратов роторной и травяной жаток должны быть надежно закреплены. Перед каждым включением привода жатки производить осмотр карданного вала и, только убедившись в надежности его крепления, следует включать привод. Во время опробования и обкатки адаптеров механизатор должен находиться в кабине комбайна. Необходимо регулярно очищать ножи режущего аппарата от налипшей грязи. При очистке режущего аппарата от травы необходимо пользоваться чистиком, входящим в комплект запасных инструментов и принадлежностей.

При внесении консервантов оператор техники и обслуживающий персонал подвергается опасности воздействия препаратов на организм

(преимущественно биологические, класс опасности четвертый). Поэтому работающие с препаратами должны быть предупреждены о возможных токсических свойствах, а также о личной и общественной безопасности при работе с ними.

При появлении признаков отравления необходимо оказать первую помощь пострадавшему, а затем направить его в ближайший медицинский пункт. Работающие должны быть ознакомлены с правилами оказания первой помощи при отравлениях.

До начала уборки урожая все задействованные в ней лица должны пройти противопожарный инструктаж, а уборочные комбайны должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения (двумя огнетушителями, двумя штыковыми лопатами и двумя метлами), оборудованы исправными искрогасителями и иметь отрегулированные системы питания, зажигания и смазки.

Во избежание возгорания комбайна не допускается подтекания топлива из соединений топливопроводов. Следует своевременно устранять подтекание топлива, масла из-под уплотнительных прокладок. При заливке масла в картер двигателя не допускается замасливание поверхности двигателя, при необходимости тщательно промыть поверхности.

Не допускать скапливания пожнивных остатков в развале блока двигателя, на топливопроводах и шкивах ремней, в зоне выпуска отработавших газов. Не реже одного раза в смену нужно проводить внешний осмотр указанных мест и удалять загрязнения.

Для охраны здоровья обслуживающего персонала необходимо поддерживать оптимальный микроклимат в кабине комбайна, для чего надо иметь исправную систему очистки воздуха и поддержания оптимальной температуры. Кондиционер создает в кабине здоровый микроклимат, в котором приятно и комфортно работать. Дополнительно необходимо иметь холодильный отсек, расположенный под верхней панелью кабины.

3.5. Мероприятия по охране окружающей среды

Машинная деградация почв возникает вследствие использования в сельском хозяйстве тяжелых энергонасыщенных тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин, вызывающих уплотнение почвы, разрушение структуры, ухудшение пищевого и водного режима, угнетение биологической активности. Образующиеся на полях колеи оказывают отрицательное влияние на качество почвы, глубину заделки семян и

					<i>ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		15

вызывают снижение полевой всхожести, одновременное созревание, в результате чего снижается урожайность.

Для создания благоприятных условий жизнедеятельности агроэкосистем нужно сократить нерационально используемые энергозатраты путем совмещения технологических операций в одном цикле, внесения повышенных норм органических удобрений, разработки новой сельскохозяйственной техники с пониженным уплотняющим эффектом на единицу площади.

Источником загрязнения атмосферы в хозяйстве является выбросы загрязненного воздуха из вентиляционных систем, содержащие вредные вещества, выделяющиеся при сварочно-наплавочных работах, испарении нефтепродуктов, кислот, щелочей, а также выбросы из труб котельной. Источником загрязнения земли являются нефтепродукты, моющие и красящие средства и различный производственный мусор.

Для охраны окружающей природы при эксплуатации разработанного комбайна необходимо соблюдать следующие требования:

- заправку комбайна топливом производить вне поля в строго отведенных местах;
- разведение и заправку препарата (биоконсерванты) так же производить вне поля в строго отведенных местах;
- не допускать утечки рабочего раствора из системы. Периодически проверять состояние кранов и места соединения шлангов ;
- неизрасходованные препараты утилизировать, ни в каком случае нельзя выливать его в водоемы, на открытую местность;
- своевременно регулировать системы питания и зажигания.
- мойку комбайна осуществлять только в специально отведенных местах, где имеется сливная яма с фильтрующими элементами и отстойником.

3.6. Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях

В зоне расположения предприятия расположены нефтебаза, железнодорожная и заправочная станции, электроподстанция. По железнодорожным путям сообщения перевозят химические и взрывоопасные вещества. При авариях, на этих объектах может возникнуть чрезвычайная ситуация. На территории предприятия опасность представляют заправочный пункт и котельная. Не исключается воздействие ураганных ветров.

Для предотвращения производственных аварий, перерывов в электро-снабжении хозяйства при аварийных отключениях линий передач из-за ураганных ветров целесообразно установить источники питания на базе дизель-генератора. Необходимо соблюдать правила охраны труда, проводить контроль и проверку состояния электропроводок, оборудования, наличие пожарных щитов, огнетушителей и содержать территорию в чистоте[3,6].

При возникновении чрезвычайных ситуаций экстренно собирается орган управления (штаб) ГОЧС во главе с директором предприятия. Он руководит всеми действиями по защите работников и материальных ценностей. Штаб располагается в здании правления предприятия. Под руководством главного инженера проводятся следующие мероприятия:

- оповещение работников о возникновении ЧС;
- создание группы эвакуации, которой руководит заведующий гаражом предприятия. Эвакуация населения предполагается автобусами за пределы очага поражения в безопасное место (пос. Прибельский);
- создание группы аварийно-спасательных работ во главе с главным инженером предприятия. В задачу группы входит разборка завалов, спасательные работы, восстановление коммуникаций и дорог при помощи тракторов, грузовых автомобилей, бульдозеров, и другой специальной техники имеющейся в хозяйстве;
- создание группы пожаротушения во главе с начальником добровольной пожарной дружины. Задача группы - локализация и ликвидация очагов

пожара. В состав группы входит 2 специальные машины пожаротушения, забор воды осуществляется из р. Карламан, расположенной на расстоянии 1 км от предприятия;

- создание группы медицинской помощи, руководство которой возлагается на фельдшера медпункта. В состав группы входят члены санитарной дружины из числа обученных работников. Задача группы - оказание первой медицинской помощи и доставка раненных в районную больницу (с. Кармаскалы) автомобилем скорой помощи;

- создание группы бытового обеспечения, руководство которой возлагается на заведующего складом хозяйства. Задача группы - обеспечение эвакуированного персонала продуктами питания, питьевой водой и средствами индивидуальной защиты. Перевозка осуществляется специальными автомобилями;

- создание группы энергообеспечения во главе с главным энергетиком. Задача группы - восстановление системы энергоснабжения хозяйства после ликвидации последствий ЧС.

					<i>ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ</i>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

3.7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

3.7.1 Расчет стоимости изготовления устройства для внесения консервантов

Стоимость устройства вычислим по следующей формуле[12]

$$B_C = C_{od} + C_{no} + C_{co} + C_{on}, \quad (3.14)$$

где C_{od} – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб,

C_{no} – стоимость покупных деталей, изделий по прейскуранту, руб,

C_{co} – заработная плата рабочих занятых на сборке, руб,

C_{on} – общепроизводственные накладные расходы, руб.

Стоимость изготовления оригинальных деталей определяем из выражения

$$C_{od} = C_{np.o} + C_m, \quad (3.15)$$

где $C_{np.o}$ – заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб,

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Полная заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей рассчитывается по формуле

$$C_{np.n} = C_{np} + C_o + C_{соц}, \quad (3.16)$$

где C_{np} – заработная плата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб,

C_o – дополнительная заработная плата, руб,

$C_{соц}$ - начисления по социальному страхованию, руб.

Заработная плата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей определяется по формуле:

$$C_{np} = t_1 \cdot C_q \cdot K_t \cdot n, \quad (3.17)$$

					ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

где t_1 средняя трудоемкость на изготовление отдельных оригинальных изделий, чел. – час, это детали насоса-дозатора $t_1=3,5$ чел.·ч.,

C_q – часовая ставка рабочих по среднему разряду, руб, $C_q=45,95$ руб.,

K_t – коэффициент, учитывающий дополнительную оплату к основной заработной плате, $K_t=1,39$,

n – количество деталей, шт., $n = 30$.

$$C_{np} = 3,5 \cdot 45,95 \cdot 1,39 \cdot 30 = 6706,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_o = (5...12) \cdot C_{np} / 100, \quad (3.18)$$

$$C_o = 10 \cdot 6706,4 / 100 = 670,64 \text{ руб.}$$

Начисляется по социальному страхованию:

$$C_{соц} = 0,26 \cdot (C_{np} + C_o), \quad (3.19)$$

$$C_{соц} = 0,26 \cdot (6706,4 + 670,64) = 1918,03 \text{ руб.}$$

Отсюда полная заработная плата на изготовление деталей составит:

$$C_{np,n} = 6706,4 + 670,64 + 1918,03 = 9295,07 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_m = C \cdot Q_z, \quad (3.20)$$

где C – цена 1 кг материала заготовки, руб., $C=52$ руб/кг;

Q_z – масса заготовок, кг, $Q_z=130$ кг.

$$C_m = 52 \cdot 130 = 6760 \text{ руб.}$$

Таблица 3.1 Стоимость покупных деталей по прейскуранту

№п/п	Наименование	Ед изм	количество	Цена за ед	сумма
1	2	3	4	5	6
1	Пластиковый бак емкостью 200 л	шт	2	3250	7500

					Лист 20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

ВКР.35.03.06.378.17.УВК.0000.0000.ПЗ

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
2	Пластиковый бак под биопрепараты емкостью 10 л	шт	1	300	300
3	Комплект расходомера дистанционного с счетчиком импульсов	шт	1	2700	2700
4	Материалы для теплоизоляции бака для препаратов	Кв.м	3	120	360
5	Щит управления			400	400
6	Шланги резиновые	м	8	90	720
7	Провода гибкие двухжильные	м	15	70	1050
8	Хомуты, болты крепления	шт	8	30	240
9	Переключатели, тумблеры, датчик уровня	компл кт	1		1200
10	Мотор- редуктор червячный	шт	1	6834	6834
11	Блок управления мотор-редуктором	шт	1	3000	3000
12	Шланг из неопрена	П.м	0,3	3500	1166
13	Краны, штуцера	шт	5	120	600
	Итого	X	X	X	18270

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ

Лист

21

Таким образом общая стоимость составляет: $C_{\text{ИД}} = 18270$ руб.

Заработную плату рабочих, занятых на сборке конструкции рассчитываем по формуле:

$$C_{\text{сбн}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{дсб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (3.21)$$

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (3.22)$$

где $T_{\text{сб}}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.ч.,

$$T_{\text{сб}} = K_{\text{с}} \cdot \sum t_{\text{сб}}, \quad (3.23)$$

где $K_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, $K_{\text{с}} = 1,08$,

$t_{\text{сб}}$ – трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч, $t_{\text{сб}} = 56$ чел.-ч.

$$T_{\text{сб}} = 1,08 \times 56 = 60,48 \text{ чел.-ч.}$$

$$C_{\text{сб}} = 60,48 \cdot 45,95 \cdot 1,08 = 3001,4 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{д.сб}} = (5...12) \cdot C_{\text{сб}} / 100, \quad (3.24)$$

$$C_{\text{д.сб}} = 10 \cdot 3001,4 / 100 = 300,14 \text{ руб}$$

Начисления по социальному страхованию:

$$C_{\text{соц.ст.}} = 0,26 \cdot (C_{\text{сб}} + C_{\text{дсб}}), \quad (3.25)$$

$$C_{\text{соц.ст.}} = 0,26 \cdot (3001,4 + 300,14) = 858,4 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата:

$$C_{\text{сбн}} = 3001,4 + 300,14 + 536,7 = 3838,2 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление определяем по формуле:

$$C_{\text{он}} = C_{\text{нр}} \cdot K_{\text{он}} / 100, \quad (3.26)$$

где $C_{\text{нр}}$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб,

$K_{\text{он}}$ – коэффициент общепроизводственных расходов, $K_{\text{он}} = 65\%$,

$$C_{\text{нр}} = C_{\text{нр}} + C_{\text{сб.н}} = 9295,07 + 3838,2 = 13133,2 \text{ руб.}, \quad (3.27)$$

					ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$C_{on} = 13133,2 \cdot 65 / 100 = 8536,6 \text{ руб.}$$

Тогда стоимость проектируемого устройства составит:

$$B_C = 9295,07 + 3250 + 18270 + 3838,2 + 8536,6 = 43189,9 \text{ руб}$$

3.7.2 Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты устройства для внесения консервантов рассчитывается по формуле [12,15]:

$$\mathcal{E}_3 = 3 + A + P + \Gamma + M, \quad (3.28)$$

где 3 – заработная плата обслуживающего персонала, руб.,

A – амортизационные отчисления машин, руб.,

P – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание., руб.,

Γ – затраты на электроэнергию, руб.,

M – затраты на основные и вспомогательные материалы (биопрепараты, подвоз воды и т.п.), руб.

Заработная плата оператора должна быть увеличена на 10 % в связи с дополнительными затратами времени на эксплуатацию и обслуживание устройства. Заработная плата за период с использованием устройства составит

$$3ч = \frac{\sum_{i=1}^n K_{обсл.i} \cdot T_{ci} \cdot K_{\partial i}}{t_{н.в.}}, \quad (3.29)$$

где $K_{обсл.i}$ – количество обслуживающего (основного и вспомогательного) персонала i – го тарифного разряда, чел.;

T_{ci} – тарифная ставка i – го разряда за норму выработки, руб.;

$K_{\partial i}$ – коэффициент, учитывающий все виды дополнительной оплаты начисления на заработную плату;

$t_{н.в.}$ – нормативное время смены, час.

При уборке принимаем:

$$K_{обсл.i} = 1, K_{\partial i} = 2,0.$$

					ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

По 7 разряду тарифная ставка $T_{с7}=464,82$ руб.

$$З_ч = \frac{1 \cdot 464,82 \cdot 2}{6} = 154,94 \text{ руб/день}$$

Заработная плата за весь период работы с учетом социальных отчислений (26%):

$$З = T \cdot З_ч \cdot 1,26 = 450 \cdot 154,94 \cdot 1,26 = 87850,9 \text{ руб}, \quad (3.30)$$

Увеличиваем зарплату на 10% Т.е на 8785 руб.

Для определения амортизационных отчислений и затрат на техническое обслуживание и ремонт определим балансовую стоимость протравливателя:

$$B = Ц \cdot \eta \text{ тыс.руб}, \quad (3.31)$$

где B – балансовая стоимость машины, руб.;

$Ц$ – оптовая цена машины по прейскуранту, тыс. руб.;

η - коэффициент, учитывающий торговую наценку и затраты на доставку и монтаж (принимается 1,1 – 1,125).

$$B = 43189,9 \cdot 1,11 = 47490,8 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления за час, руб:

$$A_ч = \frac{B \cdot \alpha}{T} = \frac{47490,8 \cdot 0,1}{450} = 10,5 \text{ руб.} \quad (3.32)$$

Амортизационные отчисления за весь период работы:

$$A_{ч.р} = A_ч \cdot T = 10,5 \cdot 450 = 4749,08 \text{ руб} \quad (3.33)$$

Затраты на техническое обслуживание и ремонт за период

$$P = B \cdot p = 43189,9 \cdot 0,08 = 3455,2 \text{ руб}, \quad (3.34)$$

где p - норма отчислений на техническое обслуживание и текущий ремонт, $p=0,08$ руб.

Затраты на биопрепараты

В процессе работы использовали препарат БИОТРОФ, норма расхода которого составляет 1л на 150 тонн сенажной или силосной массы. На весь объем сенажа, а именно 6000 тонн требуется 40 л биопрепарата. Стоимость 1 литра концентрата составляет 1500 рублей (по прейскуранту). Тогда:

					ВКР.35.03.06.378.17.УВК.000.000.ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$M = 1500 \cdot 40 = 60000 \text{ руб.}$$

Таким образом, эксплуатационные затраты в пересчете за весь период работы составят:

$$\Theta_3 = 4749,08 + 3455,2 + 60636,48 + 60000 = 128840.76 \text{ руб}$$

3.7.3 Расчет окупаемости затрат

Один комбайн в условиях среднего хозяйства убирает 400 га. Качественное внесение консервантов снижает потери кормов на 5-6 %. При себестоимости тонны сенажа по РБ в среднем 400 руб тонна сумма сенажа, который дополнительно может быть использован составит 148 000 руб[12],

Срок окупаемости составляет

$$O = \frac{Z_{об}}{\Theta_{э}} = \frac{128840.76}{148000} = 0,87 \text{ года.}$$

На основе технико-экономического анализа видно, что капиталовложения по изготовлению и применению предлагаемого устройства окупается за 0,87 года, то есть менее, чем за два сезона работы машины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на основе анализа существующих конструкций и обзора научно-технической литературы было модернизировано устройство для внесения консервантов, который может эксплуатировать практически во всех хозяйствах, возделывающих многолетние травы на сенаж. Предложенная нами конструкция агрегата разработана на базе кормоуборочного комбайна Дон-680 имеющегося в хозяйстве, на который устанавливается приставка для внесения консервантов, в том числе биологических. Решена проблема сохранности биопрепаратов при длительном нахождении закваски в емкости в жаркую погоду (при разовой заправке за смену) за счет отдельной подачи воды и препарата.

Сделаны технологические и конструктивные расчёты. Приведены правила эксплуатации кормоуборочного комбайна, его безопасность и экологичность.

Проведено технико-экономическое обоснование использования предложенной конструкции. Проведенный анализ выявил, что капиталовложения на производство и использование устройства за счет лучшей сохранности сенажа окупаются в условиях хозяйства менее, чем за два сезона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Боголюбов С. К. Инженерная графика: учебник для средних специальных учебных заведений / С.К. Боголюбов. – 3-е изд., испр. и допол. – М.: Машиностроение, 2000. – 352 с.
- 2 Дунаев П.Ф. Детали машин. Курсовое проектирование/ П.Ф.Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1990. - 399 с.
- 3 Кормоуборочный комбайн: а.с. 28073 СССР: МКИ А 01 D 41/00/ В.Г. Антипин, И.С. Бызов, Ю.Г. Редькин, Н.М. Митрофанов, М.И. Липовский, А.Ф. Ларин.- № 3861387/30-15; заявл. 02.01.85; опубл. 30.08.88, Бюл. №32.-2 с.
- 4 Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве/ Б.И.Зотов, В.И. Курдюшов. - М.: Колос, 2000.-424 с.
- 5 Иванов М.Н. Детали машин/ М.Н.Иванов. – М.: Высшая школа, 2000. - 383 с.
- 6 Кленин М.Н. Сельскохозяйственные машины/ Н.И.Кленин, С.Н.Киселев, А.Г.Левшин. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
- 7 Комбайны кормоуборочные самоходные «Дон-680» и «Дон-680М»/ под ред. И.В. Данилова.- Ставрополь: Управление печати, 1996.-417 с.
8. П. В. Лобачев "Насосы и насосные станции" М.: КолосС, 2001.- 423 с.
9. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных./ под ред. Петуховой Е.А. - М.: Колос, 1977.
- 10 Швандара В.Я.Экономика предприятия. Учебник / под ред. профессора В.Я. Горфинкеля, проф. В.Я. Швандара – 4-ое изд., перераб. и допол. – М.: ЮНИТИ, 2003.– 744 с.