

С учетом найденного наибольшего прогиба, возникающие в рессоре максимальные напряжения можно найти в виде

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{bh} \left| -1 - \frac{6}{h} \left( e / \cos \left( \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{F}{F_k}} \right) + a / \left( 1 - \frac{F}{F_k} \right) - a - e \right) \right|. \quad (7)$$

Как показывает выражение (7), наибольшие напряжения в рессоре возникают с самого начала действия сжимающей силы, причем возрастают не пропорционально силе. При приближении величины силы  $F$  к критическому значению  $F_k$  на 70-80 % наибольшие напряжения в рессоре резко возрастают. По мере увеличения эксцентриситета приложения силы и начальной кривизны интенсивность роста напряжений также увеличивается.

Таким образом, при определении основных параметров рессоры для защиты корпуса плуга необходимо исходя из величины сжимающей силы при заданной толщине листа определить наибольшую ширину бруса равного сопротивления, а затем количество листов в пакете рессоры. Собранная рессора устанавливается на корпус плуга и создается на нее нагрузка величиной 70-80 % от критической силы за счет изменения длины и угла расположения тяг привода. При этом наибольший прогиб рессоры составляет 0,04-0,08 от длины. При достижении установленной силы сжатия в процессе вспашки в рессоре резко возникают перемещения. Рессоры с полученными по данной методике параметрами обеспечат извлечение корпусов плуга из почвы при наезде на препятствие, столкновение с которым может привести к повреждению элементов плуга, когда нагрузка достигает более 80 % от критического значения, тем самым обеспечивая безаварийную работу плуга.

#### Литература

1. Перспективные материалы и технологии / Под редакцией В.В. Клубовича - Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013. - 655с. - Глава 18. Аналитический расчёт и компьютерное моделирование напряжённо-деформированного состояния лист-товых рессор // Клубович В.В., Василевич Ю.В., Томило Е.В., Игнатьков Д.А.

УДК 631.3.004.67

### **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Круглый П.Е., к.т.н., доцент, Василевский П.Н.**

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

Можно выделить два подхода к формированию программ технического сервиса сельскохозяйственной техники: 1) технический – подход, ориентированный на производителя техники и его продукцию. Здесь программа технического сервиса чаще разрабатывается в рамках систем фирменного обслуживания с учетом принятых стандартов логистической поддержки; 2) рыночный – подход, ориентированный на потребителя, когда формирование программ технического сервиса совпадает с процессом проектирования деятельности предприятия сервиса [1, 2, 3].

Использование технического подхода предполагает выполнение ряда этапов технического сервиса (рис. 1).

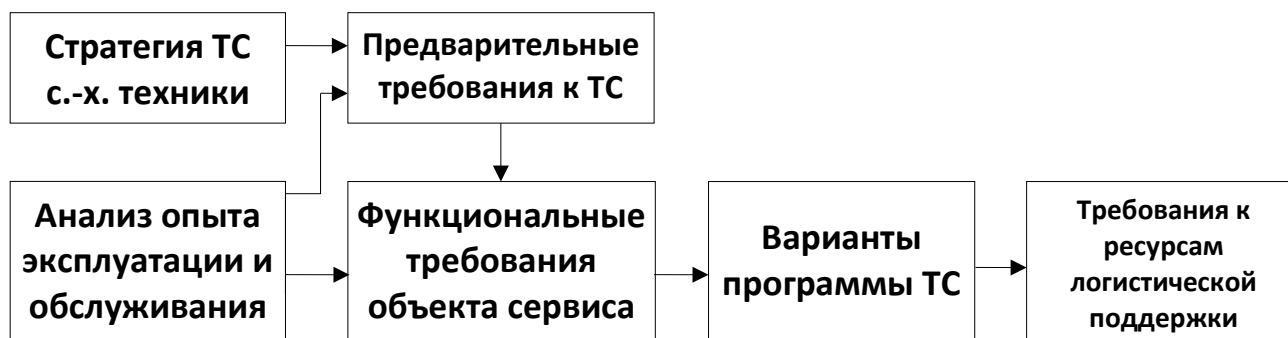


Рисунок 1 – Схема формирования программы технического сервиса (технический подход)

Этап 1. Разработка предварительной стратегии технического сервиса сельскохозяйственной техники, формулирование целей, постановка и уточнение перечня задач, оценка затрат на выполнение технического сервиса; консультации с заказчиком и т. п. Стратегии технического сервиса рассматриваются, как правило, с позиции разработчика сельскохозяйственной техники.

Этап 2. Изучение опыта эксплуатации и обслуживания объекта сервиса.

Этап 3. Формирование требований к техническому сервису на основе сравнения с существующими аналогами – подбор машин-аналогов и оценка их характеристик, определение как общих факторов (например, эффективности, затрат и готовности), так и специфических факторов, определение возможных рисков и предположений, связанных с выбором объекта-аналога.

Этап 4. Формирование функциональных требований объекта сервиса – уточнение общих функциональных требований к объекту; разработка специфических функциональных требований, влияющих на эффективность; оценка рисков, связанных с реализацией функциональных требований, и решение отдельных смежных задач эксплуатации и обслуживания сельскохозяйственной техники.

Этап 5. Разработка (одного или нескольких) вариантов программы технического сервиса, обеспечивающих оптимальный баланс затрат, сроков и характеристик технического сервиса, установление критериев выбора; разработка рекомендаций по поддержке для вариантов технического сервиса, анализ характеристик готовности машин, уровней трудоемкости технического обслуживания и ремонта, диагностики; анализ квалификационных требований к персоналу; выработка решений по инфраструктуре поддержки эксплуатации и обслуживания, сравнительные оценки с существующими машинами-аналогами.

Этап 6. Определение требований и оценка ресурсов логистической поддержки – выявление критических ресурсов, а также ранее не использовавшихся (новых) ресурсов, необходимых для эксплуатации и поддержки объекта; разработка мероприятий по минимизации рисков, связанных с использованием новых и критических ресурсов. Одновременно с этим проверяют и утверждают стандарты, базы данных, эксплуатационную документацию, в том числе поступающую с продаваемой машиной. С учетом стандартов разрабатывают требования к системе снабжения (в том числе форматы документов и требования к системе начального обеспечения) идентификации, кодификации, регистрации предметов снабжения.

Второй подход (рыночный) к проектированию программ технического сервиса по своей сути является проектированием деятельности системы обслуживания и состоит из следующих этапов (рис. 2):

- определение стратегии системы обслуживания;
- сегментация клиентов и определение их требований к услугам;

- анализ производственных возможностей системы обслуживания (с позиции удовлетворения требований клиентов);
- установление номенклатуры услуг и их спецификаций (с позиции удовлетворения требований клиентов);
- изучение конкурентной среды на выбранном рынке услуг.

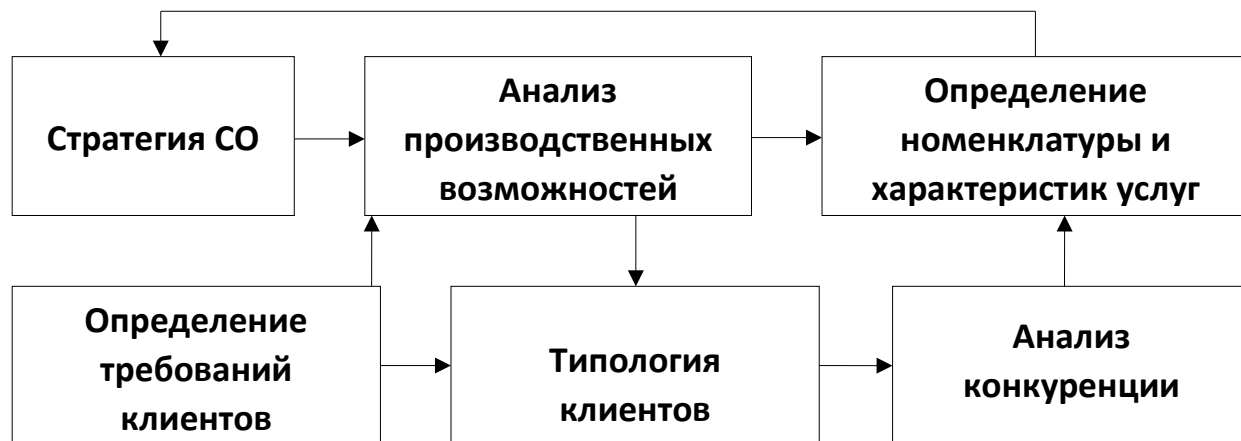


Рисунок 2 – Схема формирования программы технического сервиса (рыночный подход)

Для поддержания парка сельскохозяйственной техники в работоспособном состоянии каждый владелец определяет программы технического сервиса, разрабатывает и реализует их самостоятельно в своей повседневной деятельности. Такими программами технического сервиса могут являться: программа обеспечения безопасной эксплуатации машин с учетом специфических условий применения; программа обеспечения безотказности, готовности и продления срока службы машин; программа технического обслуживания и ремонта собственного парка машин, программа обновления (управления возрастной структурой) машин и др.

В программе технического сервиса клиента предусмотрены специфические требования к характеристикам машин; видам работ и условиям их выполнения. При формировании программы технического сервиса клиенты учитывают свои цели и имеющиеся ресурсы, как собственные, так и предприятий сервиса региона. К сожалению, эти программы (особенно у владельцев небольших парков) не документированы.

В современных рыночных условиях система обслуживания по отношению к клиенту является сторонней организацией, а иногда и конкурентом. Поэтому у клиента нет желания делиться с системой обслуживания своей программой сервиса, в связи с чем система обслуживания должна предугадать основные принципы и требования, изложенные в программе клиента. Например, для системы обслуживания ее программа технического обслуживания и ремонта машин является частью общей программы технического обслуживания и ремонта машин клиента, которую он передает для реализации данной системе обслуживания.

Совершенство программ технического сервиса, предлагаемых системой обслуживания, определяется тем, насколько полно они вписываются в программы сервиса клиента, обеспечивают и объективно соответствуют существующему процессу эксплуатации и закономерностям изменения технического состояния машин клиента.

Таким образом, успешная разработка программ зависит от согласованности действий владельца сельскохозяйственной техники и системы обслуживания на всех этапах жизненного цикла объекта сервиса.

Литература

1. Ивашко В.С., Круглый П.Е., Кашко В.М. и др. Исследование и анализ потоков требований на обслуживание технических систем. Изобретатель № 9 (213), 2017. – С. 33–37.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
3. Головин С.Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования / С.Ф. Головин. – М.: Альфа-М: ИНФРА, 2014. – 228 с.

УДК 620.2 +621.7

**АДДИТИВНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Андрушевич<sup>1</sup> А.А.**, к.т.н., доцент, **Калиниченко<sup>2</sup> В.А.**, к.т.н., доцент, **Руленков<sup>2</sup> А.Д.**

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск

При эксплуатации сельскохозяйственных машин и оборудования важную роль играет снижение расходов на их техническое обслуживание, плановые и текущие ремонты. Одним из методов их уменьшения является повышение надежности узлов и агрегатов, а также наличие для ремонтных работ дешевых запасных деталей на местах эксплуатации в районных предприятиях обслуживания сельскохозяйственной техники РО «Белагросервис» путем использования относительно нового инновационного направления на основе аддитивных технологий (АТ).

Из стандартных расходных материалов ABS пластиков и методами АТ могут изготавливаться изделия практически любой геометрической формы с размерами, ограниченными габаритами рабочей камеры печатающего устройства. Например, изготавливались направляющие различного назначения, ролики, втулки, подшипники скольжения, крепежные элементы различных сельскохозяйственных машин и оборудования.

Изготовленные 3D-печатью крепежные элементы были использованы для оснащения транспортной техники – тракторных прицепов при закреплении тентов. Испытания показали необходимость замены материала типа АБС на более упруго-пластичные составы.

Основной целью работы было проектирование реверс-инжинирингом модели держателя, снижая себестоимость детали путем использования аддитивных технологий. Модель детали-держателя была спроектирована в САД системе Компас 3D в нескольких вариациях (рисунок 1). Варианты отличались по толщине стенки в наиболее нагруженных частях изделия.

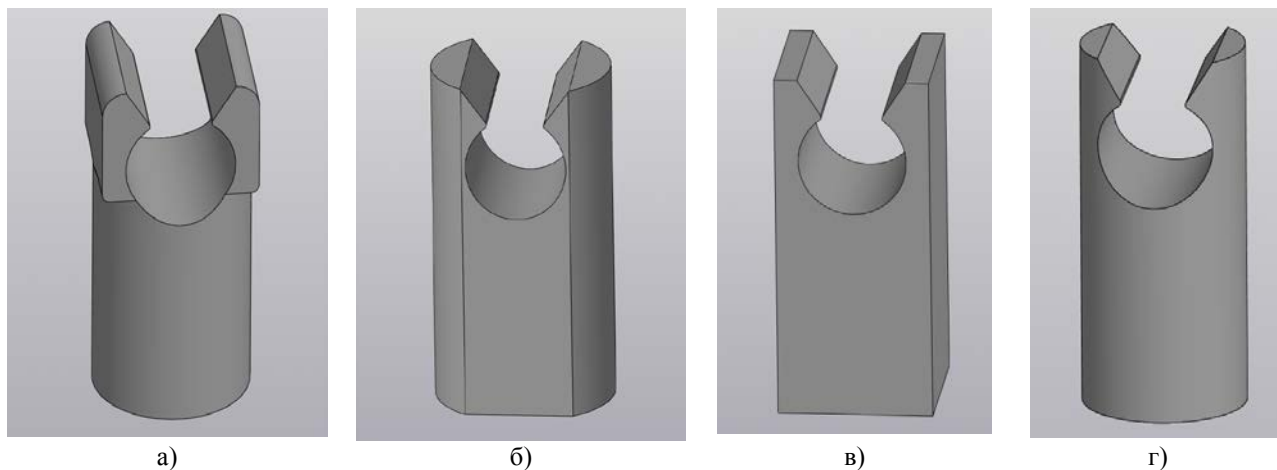


Рисунок 1 – Модели для 3D-печати в САД системе Компас  
а) держатель исходной геометрии; б); в) г) варианты усиления конструкции