

В результате пар образуется непосредственно в зоне загрузки, при уплотнении смеси в зоне сжатия, пар стремится покинуть зону сжатия и устремляется к загрузочной воронке. Наличие полого вала ворошителя, позволяет удалить пар из корпуса экструдера, при этом дополнительное увлажнение смеси в бункере не происходит. Далее температура снижается на всей длине зоны дозирования, что несколько снижает степень деструкции материала, вызванную длительным пребыванием смеси внутри корпуса. Повышение температуры в начале зоны формования снижает давление в фильере и стабилизирует скорость экструзии.

Проведенная модернизация шнекового экструдера, не повлекла за собой существенных конструктивных изменений, но позволила стабилизировать процесс экструзии композиционного материала, снизить степень его деструкции и повысить качество получаемой продукции.

УДК 621.817:621.825.63.001.6

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ШАРНИРНОГО УЗЛА КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ

**А.С. Антонов, Д.С. Антонов, А.С. Воронцов,  
К.В. Кравченко**

*УО «Гродненский государственный университет имени  
Янки Купалы»*

**Введение.** Неотъемлемой частью трансмиссии современных транспортных средств являются карданные передачи. Они предназначены для передачи крутящего момента между элементами агрегатов, имеющих в процессе эксплуатации относительные перемещения [1].

В современном машиностроении одним из показателей внедрения ресурсосберегающих технологий на производстве является увеличение срока службы отдельных элементов конструкции.

Работоспособность карданных передач в значительной мере определяется надежностью и эксплуатационным ресурсом шарнирного узла, в частности, сроком службы сопряжения "игольчатый подшипник – шип крестовины" [2].

Возрастающие требования к карданным передачам для подвижного состава железных дорог требуют создания и внедрения более совершенных агрегатов, как в части конструкторских решений, так и в части оптимального подбора материалов и технологий.

Таким образом, целью представленной работы является оптимизация конструкции шарнирного узла типового карданного вала для привода освещения пассажирских железнодорожных вагонов.

**Методика.** Традиционная технология изготовления крестовин карданных валов производства ОАО «Белкард» представляет собой ступенчатую термообработку хромо-никелесодержащих сталей марки 20ХГНТР: механически обработанная крестовина подвергается цементации с последующей объемной закалкой. После термической обработки следует дробеструйная очистка и окончательная шлифовка крестовин.

Под оптимизацией конструкторско-технологических решений шарнирного узла карданной передачи подразумевается комплекс мероприятий: изменение режимов термической обработки заготовки, использование новых элементов в составе шарнира и создание оптимальной конструкции крестовины.

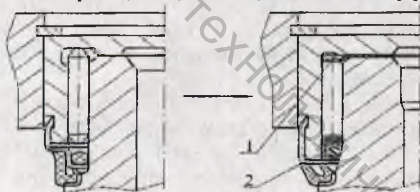
Решение поставленных задач осуществляли с помощью использования пакетов программ AutoCAD 2004, SolidWorks 2005, предназначенных для двухмерного про-

ектирования и создания объёмных моделей, позволяющих выполнять инженерные расчёты (прочностные, кинематические, тепловые и др.). За счет многократного использования модели существенно повышается эффективность работы, обеспечивается сокращение трудозатрат и сроков выпуска продукции. Технология 3D-моделирования обеспечивает детальную проработку конструкции сложных пространственных объектов.

**Результаты и обсуждение.** Учитывая энергоёмкость существующей технологии производства крестовин предлагается изготавливать крестовину из стали марки 60ПП (пониженной прокаливаемости) с заменой ступенчатой обработки крестовин на закалку рабочих поверхностей токами высокой частоты (ТВЧ). Конструкция устройства для закали ТВЧ защищена патентом РБ[3]. При этом сокращается длительность процесса заковки (2 – 3 минуты) и исключается стадия дробеструйной обработки поверхности крестовины. Замена режима термообработки позволяет повысить прочностные характеристики изделия на 25 – 27%, а использование марки стали 60ПП обеспечивает высокую поверхностную твёрдость и вязкую сердцевину (в поверхностных слоях шип имеет мартенситную структуру, а в переходных к середине – трооститную).

Проведённые сравнительные стендовые и дорожные испытания крестовин из стали 20ХГНТР и стали 60ПП показали взаимозаменяемость их по передаваемому крутящему моменту, предел усталости крестовин из стали 60ПП с закалкой ТВЧ более чем в 1,4 раза выше предела усталости крестовин из стали 20ХГНТР, по статической прочности соотношение между указанными крестовинами составляет более 1,25 раза.

Замена режимов термической обработки крестовин позволила сократить затраты электроэнергии в 4 раза, за счет снижения времени производственного цикла. Экономия по себестоимости от внедрения стали 60ПП по сравнению со сталью 20ХГНТР составила 40%, что позволило отказаться от использования расходных материалов связанных с эксплуатацией цементационных печей [4].



1 – углеродонаполненная полиамидная шайба; 2 – двухкромочное уплотнение.

Рисунок 1 - Элементы шарнирного узла

Применение в составе конструкции шарнирного узла упорных полимерных шайб из углеродонаполненного полиамида УПА 6/30, способствует уменьшению осевых зазоров шарнирного соединения, служит фактором снижения коэффициента трения между доннышком подшипника и торцом шипа крестовины, что предотвращает интенсивное коррозионно-механическое изнашивание пары трения «подшипник-крестовина». Это оказывает существенное влияние на долговечность узла и карданного вала в целом.

В качестве радиального уплотнения подшипников предложено применение уплотнений нового типа с двумя кромками из композиционного материала на основе Адипрена Л-167 ТУ 38.105.1240-88, которое способствует лучшей защите внутренней полости подшипника от загрязнения. К тому же конусный переход шипов в тело крестовины позволяет снизить концентрации напряжений в крестовине и при износе

рабочих кромок уплотнения сохранить его работоспособность за счет самоподжатия кромок по поверхности конусного перехода.

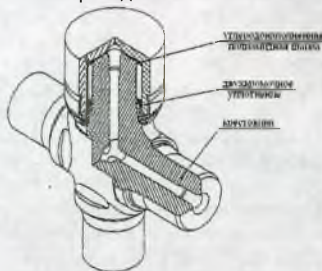


Рисунок 2 - Крестовина в сборе с торцевым подшипником (в разрезе)

Возможность использования уплотнений и упорных шайб появилась благодаря созданию электронной модели узла (рис.2).

**Выводы.** Практическая апробация примененных комплексных изменений в режимах термообработки, замене существующих и использование новых материалов, создание принципиальной модели конструкции шарнирного узла позволило наладить более энергосберегающую технологию производства на ОАО "Белкард". Кроме того, использование закалки ТВЧ экологически более безопасно по сравнению с применяемой ранее ступенчатой закалкой.

#### Список использованных источников

1. Малаховский Я.Э., Лапин А.А., Веденев Н.К., Карданные передачи, М.: Машгиз, 1962 г.
2. Карданные передачи: конструкции, материалы, применение/В.И. Кравченко, Г.А. Костюкович, В.А. Струж; под ред. В.А. Струка.-Мн.: Техналогія, 2006,-409 с.
3. Патент РБ № 299 от 28.01.1994г.
4. Костюкович Г.А. Технология изготовления крестовин карданных валов из стали пониженной прокаливаемости 60 ПП //Веснік ГрДУ, серія 2, № 1, 2003 г.

УДК 621.817:621.825.63.001.6

#### ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ЗУБЧАТОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ И СОСТАВА МАТЕРИАЛОВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАРЫ ТРЕНИЯ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

**А.С. Антонов, Д.С. Антонов, А.С. Воронцов,  
К.В. Кравченко**

*УО «Гродненский государственный университет  
имени Янки Купалы»*

**Введение.** К техническим параметрам карданных передач относятся ее масса, величина момента инерции, кинематика ее шарниров. Сбалансированное и четкое взаимодействие узлов и элементов карданных передач является основным условием для повышения ресурса эксплуатации детали в сборе. Источниками возникновения