

УДК 631.35.008.94

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРОНШТЕЙНА КРЕПЛЕНИЯ СУППОРТА РАБОЧЕГО ТОРМОЗА КОРМОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С УЧЕТОМ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСРЕДСТВОМ САЕ-СИСТЕМ

О.В. Тебеньков¹, И.А. Кольцова¹, Н.В. Грудина²

¹Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш»,
г. Гомель, Республика Беларусь;

²УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О.
Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

В настоящее время на производстве активно используются 3D технологии, которые позволяют увеличить точность и скорость производства. Одними из популярных программных обеспечений являются: ANSYS, Creo, AutoCAD и SolidWorks. В данной дипломной работе мы выполняли задачу в программе ANSYS. Давайте рассмотрим преимущества данного программного обеспечения.

Эффективность применения современных средств компьютерного моделирования на стадиях разработки, проектирования и изготовления сложных технических систем, в частности промышленных конструкций, уже ни у кого не вызывает сомнения. Различные системы автоматизированного проектирования CAD (computer aided design/ Система автоматизированного проектирования) сейчас широко используются в научно-исследовательских, проектных и производственных организациях практически всех отраслей отечественной и зарубежной промышленности.

Метод конечных элементов, является наиболее эффективным и широко используемым современным средством достижения поставленной задачи. Метод конечных элементов используют для построения матричных решений задач, при расчете напряжений и перемещений.

Целью данной работы явилась топологическая оптимизация конструкции кронштейна крепления суппорта рабочего тормоза кормоуборочного комбайна с учётом прочностных характеристик посредством САЕ-систем.

Решались следующие задачи:

-Провести динамический и прочностной расчёт изначальной детали, для выявления мест с недостаточным коэффициентом прочности, для дальнейшей оптимизации;

-Топологическая оптимизация кронштейна, для уменьшения массы с сохранением текущих физических свойств;

-Подбор альтернативного материала, для сокращения затрат стали 35Л;

-Выявить альтернативный способ производства детали.

Деталь типа “Кронштейн” работает в составе тормозных систем кормоуборочного комбайна и является неотъемлемой частью [1]. Кронштейн по базовому технологическому процессу изготавливают методом литья в песчано глинистые формы [2]. Выбор оптимального способа получения заготовки в значительной степени определяет качество (механические, электрические, химические свойства), а также издержки на производство, связанные с дальнейшей обработкой предмета. Поэтому внедряются всё новые способы получения заготовок, позволяющие свести издержки к минимуму, и улучшить свойства изделия. В качестве альтернативного варианта производства кронштейна суппорта был предложен метод сварного соединения. Были выявлены его преимущества и недостатки и проведено сравнение базового технологического процесса и альтернативного, результатом которого была экономическая целесообразность сварного соединения, выраженную в снижении себестоимости благодаря уменьшению массы кронштейна при изготовлении его альтернативным способом (рис. 1, 2).

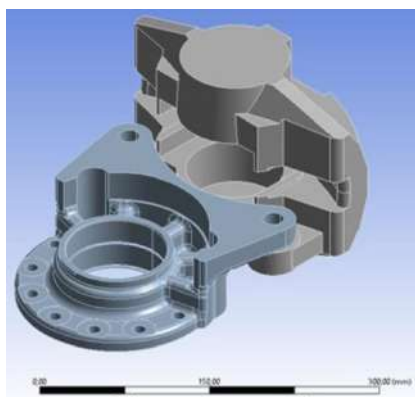


Рис. 1 – 3D-модель литого кронштейна суппорта

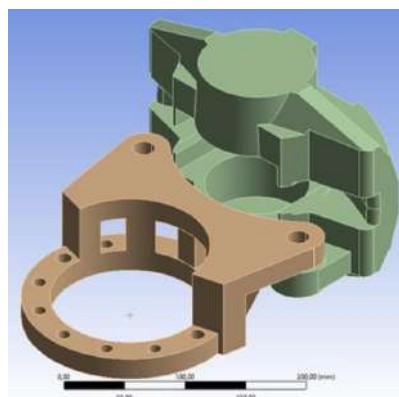


Рис. 2 – 3D - Модель сварного кронштейна

Создана 3D-модель детали типа “кронштейн” в программном продукте ANSYS [7] с применением метода конечных элементов. В ходе выполнения работы были проведены прочностные и динамические расчёты (с учётом коэффициента запаса прочности и жесткости) для кронштейна крепления суппорта, на основании которых были приняты альтернативные варианты оптимизации детали: изменена форма кронштейна суппорта, заменён изначальный материал 35Л на альтернативный 09Г2С. Для динамического и прочностного расчёта в ANSYS параметр Remove Force задано значение равное 55065Н, именно

такое усилие прикладывается на суппорт в реальных условиях (рис. 3, 4).

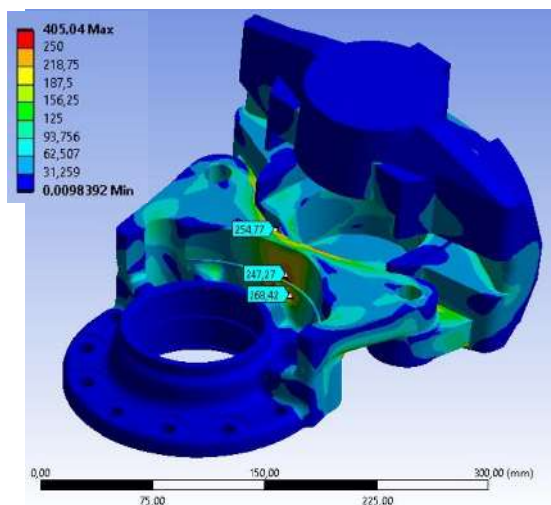


Рис. 3 – Результат прочностных динамических расчётов кронштейна из материала 35Л

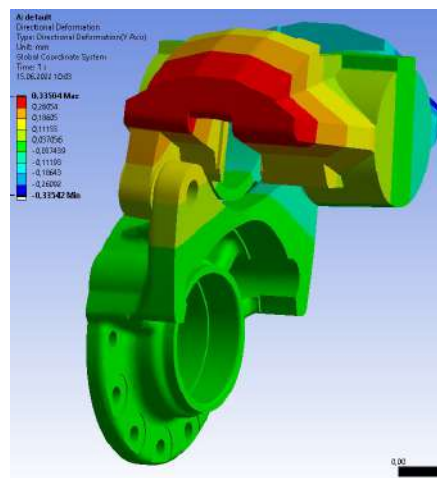


Рис.4 – Результат расчётов кронштейна из материала 35Л

Из результатов расчётов видны поверхности которые не выдерживают вышеописанные нагрузки. Аналогичные действия проводим с использованием материала конструкционная низколегированная для сварных конструкций 09Г2С (рис. 5, 6). Положительная сторона использования именно этой марки стали – возможность эксплуатации готовых изделий при температуре, которая находится в диапазоне от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+450\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. Помимо всего прочего, стоит отметить также простоту свариваемости деталей, создаваемых из листового проката этого материала, что открывает уникальные возможности для создания сложнейших конструкций для различных отраслей современной промышленности. Несомненным плюсом данного типа стали является отсутствие хрупкости материала, а также снижения уровня вязкости после температурного воздействия. Это свойство выделяет сталь 09Г2С среди других представителей данного класса с высоким содержанием различных присадок и углерода, которые из-за этого кардинально меняют свои свойства после термообработки, а также значительно более хуже поддаются свариванию.

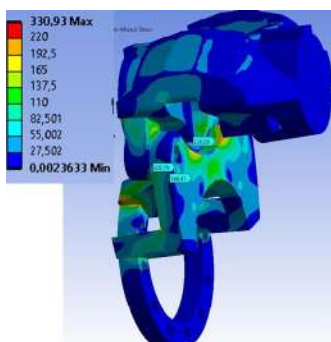


Рис. 5 – Результат прочностных динамических расчётов кронштейна из материала 09Г2С

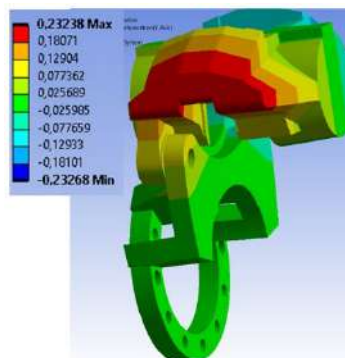


Рис. 6 – Результат расчётов кронштейна из материала 09Г2С

Исходя из результатов анализа, можно сделать вывод в эффективности данной разработки. Преимуществами являются лёгкость конструкции, следовательно, меньший расход материалов, более высокий коэффициент запаса прочности, благодаря предложенному материалу и форме конструкции, простоты изготовления. Помимо анализа влияния материалов из металлических сплавов, в том числе и цветных, была проведена топологическая оптимизация кронштейна, благодаря которому удалось получить ряд преимуществ в сравнении с базовой деталью: уменьшение себестоимости детали, уменьшение металлоёмкости. Одним из вариантов улучшения данной детали было предложено увеличение количества материала на особо напряженных поверхностях. Изменение модели кронштейна в особо напряженных местах проводим стандартным инструментарием Ansys, а именно: фаски, вытягивание и скругление (рис. 7).

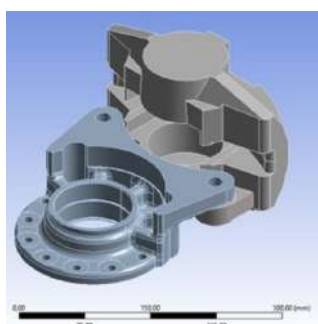
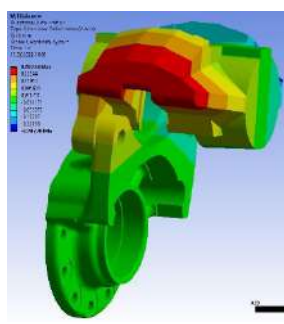
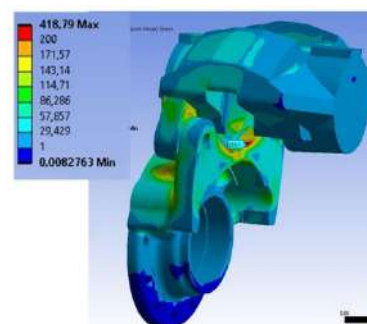


Рис. 7 – Конструкция кронштейна с усилением напряженных поверхностей



а)



б)

Рис. 8 – Результаты динамического (а) и прочностного (б) расчёта усиленного кронштейна

Исходя из результатов прочностного и динамических можно сделать выводы что добавление материала позволило увеличить запас прочности, в местах, которые не отвечали заданным требованиям.

Заключение. В данной работе поднята актуальная тема топологической оптимизации конструкции кронштейна крепления суппорта рабочего тормоза кормоуборочного комбайна с учетом прочностных характеристик посредством CAE - систем с целью снижения металлоёмкости, минимизации потери материала и отходов производства, повышения производительности. Предложен альтернативный способ получения детали методом сварки, который широко применяется на современных машиностроительных предприятиях, а также материалы-заменители типовому, используемому для получения кронштейна по заданной технологии изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://k-a-t.ru/> / Общие сведения о кормоуборочных комбайнах. [Электронный ресурс] – режим доступа: http://k-a-t.ru/sxt/6-korm_kombaini/index.shtml. – Дата доступа: 23.05.2022.
2. Комплекс кормоуборочный высокопроизводительный КВК-800 «ПОЛЕСЬЕ-800». Инструкция по эксплуатации.
3. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы / Трухов А.П. и др. – М.: Академия, 2005. — 528 с.
4. Технологичность конструкции изделий. Термины и определения: ГОСТ 14.205-83. – взамен ГОСТ 18831-73; введ 01.07.1983 Государственный комитет СССР по стандартам.
5. Справочник технолога–машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.- Т.1-656 с., ил.
6. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ. / В.А. Бруяка и др. . – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.: ил.