

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.С. Воеводин
«__» _____ 2021 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме магистерской диссертации

Студенту: Бурдз Александру Сергеевичу
Группа: ФТ19-06М Направление (специальность) 23.04.01 «Технология
транспортных процессов».

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование методов
и технических средств для оценки соответствия ТС установленным требованиям
безопасности».

Утверждена приказом по университету _____ г.

Руководитель ВКР: С.В. Мальчиков, доцент кафедры «Транспорт»,
канд. техн. наук.

Перечень разделов ВКР:

1. Технико-экономическое обоснование.
2. Снегоболотоходы. Технические требования и методы испытаний.
3. Расчет необходимых параметров для моделирования испытательного
стенда.
4. Обзор и анализ предлагаемого испытательного стенда

Перечень графического материала: Приложение А «схема установки
СБХ на стенд», Приложение В «Презентационный материал».

Руководитель ВКР

С.В. Мальчиков

Задание принял к исполнению

А.С. Бурдз

«__» _____ 2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование методов и технических средств для оценки соответствия ТС установленным требованиям безопасности» содержит 48 страниц текстового документа, 2 приложений, 8 использованных источников, 0 листов графического материала.

БЕЗОПАСНОСТЬ, СИЛОВАЯ ЧАСТЬ ТС, КУЗОВ АВТОМОБИЛЯ, МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ ПРОЧНОСТИ КРЫШИ ТС, МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА.

Объект исследования – свободно творчество

Цели исследования:

- Рассмотрение существующих методов проверки прочности крыши ТС;
- Разработка и моделирование нового испытательного стенда для проверки прочности крыши ТС на основе существующих систем и технологий.

В результате проведенных исследований были рассмотрены существующие системы и технологий, которые могут осуществлять проверку прочности крыши ТС, выявлены их недостатки; был предложен и спроектирован более доступный испытательный стенд, который в процессе работы был модернизирован; для его универсальности внедрены новые модули в конструкцию предлагаемого стенда; был произведен приблизительный расчёт стоимости данной установки(сборки), в ходе которого была доказана её эффективность.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Техничко-экономическое обоснование.....	7
1.1 Кузов автомобиля.....	7
1.1.1 Устройство кузова ТС.....	7
1.1.2 Жесткость кузова.....	8
1.1.3 Материалы для изготовления и их толщина.....	9
1.2 Крыша ТС	11
1.3 Опрокидывание автомобиля. Статистические данные ДТП с опрокидыванием	13
1.4 Обзор и анализ существующих систем и технологий, которые могут осуществить проверку прочности крыши ТС.....	15
1.4.1 ПНС, тест на прочность крыши	15
1.5 Выводы технико-экономического обоснования.....	18
2 Снегоболотоходы. Технические требования и методы испытаний.....	19
2.1 Ограничения на габаритные размеры снегоболотоходов	19
2.2 Испытания защитных свойств при переворачивании	20
3 Разработка и моделирование испытательного стенда.....	24
3.1 Расчет необходимых параметров для моделирования	24
3.1 SOLIDWORKS: CSWP. Краткий обзор программы	27
4 Обзор и анализ предлагаемого испытательного стенда	32
4.1 Модернизация испытательного стенда	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А	46
ПРИЛОЖЕНИЕ В	48

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В мире каждый год тысячи людей гибнут в авариях с опрокидываниями. Конечно, лучшим способом предотвратить эти смерти является защита автомобиля от переворота, за что отвечают различные электронные системы, но, если избежать аварии не удалось, в дело вступают боковые подушки безопасности. Однако для того, чтобы они сработали наиболее эффективно, крыша должна иметь возможность сохранить пространство для выживания пассажиров, когда она врежется в землю во время опрокидывания.

Само собой, более прочные крыши и стойки меньше мнутся, уменьшая риск того, что люди пострадают от контакта с металлом. Прочность крыши определяется путём толкания металлической пластины на одну её сторону с медленной, но постоянной скоростью. Согласно методике испытаний, крыша должна выдерживать силу, по меньшей мере в 4 раза превышающую массу транспортного средства, прежде чем пластина сомнёт крышу на 5 дюймов (12,7 сантиметра).

Целью исследования является повышение безопасности ТС путем испытания прочности крыш на опрокидывание.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие основные задачи:

1. Обзор и анализ существующих методов проверки прочности крыши ТС.
2. Разработка и моделирование нового испытательного стенда для проверки прочности крыши ТС на основе существующих систем и технологий

Объект исследования – кузов автомобиля.

Предмет исследования – повышение уровня безопасности транспортных средств.

1 Технико-экономическое обоснование

1.1 Кузов автомобиля

Какими бывают крыши у автомобилей? Чем они отличаются между собой? Какие их основные характеристики? Когда кто-то говорит «крыша автомобиля», все прекрасно понимают, что речь идет о кузове транспортного средства, который считается одной из главных характеристик автомобилей. На рисунке 1.1 представлены два основных вида кузовов ТС.

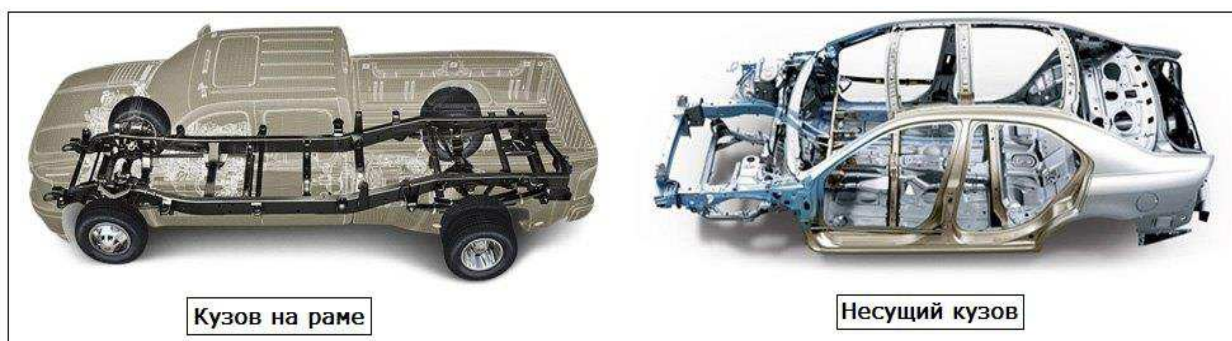


Рисунок 1.1 – Кузов автомобиля

Несущий кузов пришёл на смену рамной конструкции автомобиля. Грубо говоря, он объединяет раму и кузов в одно целое и имеет дополнительные усиления в необходимых местах. Раму замещают продольные (лонжероны) и поперечные силовые элементы.

Некоторые автомобили, такие как грузовики и некоторые внедорожники, по-прежнему имеют рамную конструкцию.

Несущий кузов имеет похожий принцип и дизайн, который годами использовался в авиастроении ещё до появления его в автомобилях.

1.1.1 Устройство кузова ТС

Несмотря на разнообразие компоновок, кузов легкового автомобиля имеет общие элементы. Они показаны на рисунке 1.2 ниже и включают в себя:

1. Передние и задние лонжероны. Представляют собой прямоугольные балки, которые обеспечивают жесткость конструкции и гашение колебаний.
2. Передний щит. Отделяет моторный отсек от пассажирского.
3. Передние стойки. Также обеспечивают жесткость и крепят крышу.
4. Крыша.
5. Задняя стойка.
6. Заднее крыло.

7. Багажная панель.
8. Средняя стойка. Обеспечивает жесткость кузова, изготавливается из прочной листовой стали.
9. Пороги.
10. Центральный тоннель, где располагаются различные элементы (выхлопная труба, карданный вал и т.д.). Также увеличивает жесткость.
11. Основание или днище.
12. Надколесная ниша.

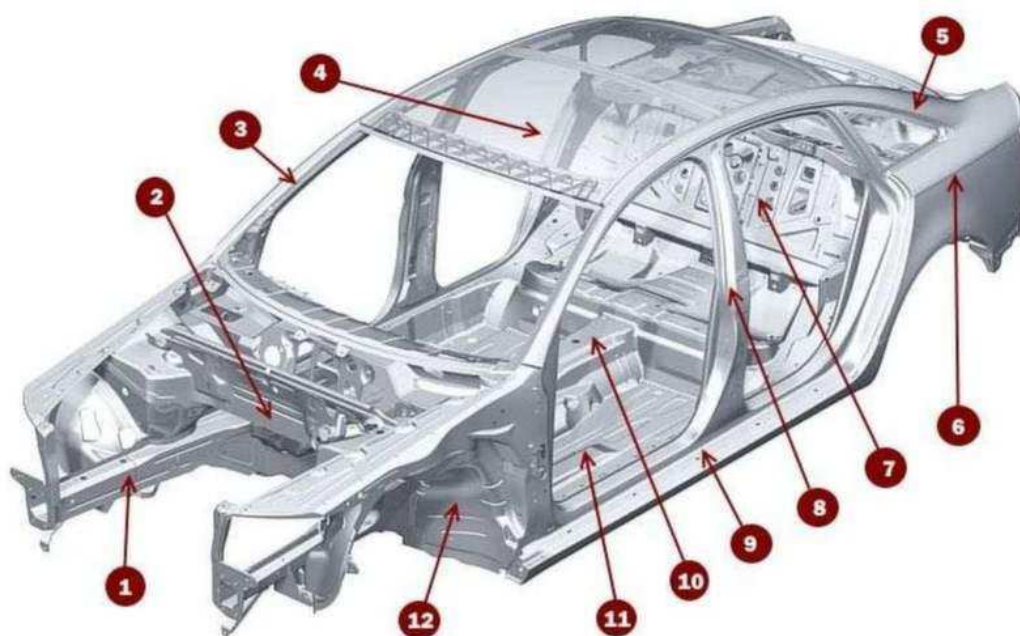


Рисунок 1.2 – Детальное устройство кузова автомобиля

Конструкция может быть иной в зависимости от типа кузова (седан, универсал, микроавтобус и т.д.). Особое внимание в конструкции уделяется несущим элементам, таким как лонжероны и стойки.

1.1.2 Жесткость кузова

Жесткость – это свойство кузова автомобиля сопротивляться динамическим и статистическим нагрузкам в процессе эксплуатации. Она напрямую влияет на управляемость. Чем выше жёсткость, тем лучше управляемость автомобиля.

Жесткость зависит от типа кузова, общей геометрии, количества дверей, размера машины и окон. Большую роль также играет крепление и положение лобового и заднего стекол. Они могут увеличить жесткость на 20-40%. Для

большого увеличения жесткости устанавливаются различные распорки-усилители.

Наиболее устойчивыми считаются хэтчбеки, купе и седаны. Как правило, это трехобъемная компоновка, которая имеет дополнительные перегородки между багажным отделением и двигателем. Недостаточную жесткость показывают кузова типа универсал, пассажирский, микроавтобус.

Есть два параметра жесткости – на изгиб и на кручение. На кручение проверяют сопротивление при давлении в противоположных точках относительно его продольной оси, например, при диагональном вывешивании. Как уже было сказано, современные автомобили имеют цельный несущий кузов. В таких конструкциях жесткость обеспечивается главным образом за счет лонжеронов, поперечных и продольных балок.

1.1.3 Материалы для изготовления и их толщина

Прочность и жесткость конструкции можно увеличить за счет толщины стали, но это скажется на массе. Кузов должен быть легким и одновременно прочным. Это обеспечивается за счет применения низкоуглеродистой листовой стали. Отдельные детали изготавливаются путем штамповки. Затем части прочно соединяются друг с другом точечной сваркой.

Основная толщина стали составляет 0,8-2 мм. Для рамы применяется сталь толщиной 2-4 мм. Наиболее важные детали, такие как лонжероны и стойки, изготавливаются из стали, чаще всего легированной, толщиной 4-8 мм, большегрузные автомобили – 5-12 мм.



Рисунок 1.3 – Материалы для изготовления кузова

Плюс низкоуглеродистой стали в том, что она хорошо подвергается формовке. Можно сделать деталь любой формы и геометрии. Минус в низкой устойчивости к коррозии. Для повышения стойкости к коррозии листы стали подвергаются оцинковке или добавляется медь. Лакокрасочное покрытие также защищает от коррозии.

Наименее важные детали, которые не несут основной нагрузки, изготавливаются из пластмасс или сплавов алюминия. Это снижает вес и стоимость конструкции. На рисунке 1.3 показаны материалы и их прочность в зависимости от назначения.

Современные конструкторы постоянно ищут способы снижения массы без потери жесткости и прочности. Одним из перспективных материалов является алюминий. Масса алюминиевых деталей в 2005 году в европейских автомобилях составила 130 кг.

Сейчас активно применяется материал пеноалюминий. Это очень легкий и одновременно жесткий материал, который хорошо поглощает удар при столкновении. Пенистая структура обеспечивает высокую термостойкость и шумоизоляцию. Минусом данного материала является его высокая стоимость, примерно на 20% дороже традиционных аналогов. Широко применяют алюминиевые сплавы концерны «Ауди» и «Мерседес». Например, за счет таких сплавов удалось значительно снизить массу кузова Audi A8. Она составляет всего 810 кг. Её кузов представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Алюминиевый кузов Audi A8

Кроме алюминия рассматриваются пластиковые материалы. Например, инновационный сплав «Fibropur», который по жесткости практически не уступает стальным листам.

Кузов является одним из важнейших конструктивных компонентов любого автомобиля. От него во многом зависит масса, управляемость и безопасность транспортного средства. Качество и толщина материалов сказываются на долговечности и устойчивости к коррозии. Современные автопроизводители все чаще применяют углепластик или алюминий, чтобы снизить массу конструкции. Главное, чтобы кузов смог обеспечить максимально возможную безопасность для пассажиров и водителя в случае столкновения.

1.2 Крыша ТС

В данной работе основным объектом исследования является крыша автомобиля. Она защищает пассажиров от солнца, ветра, дождя и других внешних элементов.

Порой легко запутаться во всех видах «крыш», так как с момента появления первой машины было создано около 20 различных видов кузова. Разновидности типов кузова:

1. Седан. Подобный тип кузова ещё называют трёхобъёмным. Под тремя объёмами подразумевают:

- салон для пассажиров;
- багажное отделение;
- моторный отсек.

2. Хэтчбек. В отличие от седана, хэтчбек является двухобъемным:

- пассажирский салон;
- моторный отсек.

Такие модели могут быть снабжены как двумя, так и четырьмя дверьми. Для багажного отделения предусмотрена отдельная дверь. В салоне для пассажиров есть полноценные сиденья, которые при необходимости складываются для расширения грузового отсека.

3. Универсал. Раньше такой термин применяли для обозначения особого вида транспорта, перевозившего пассажиров и грузы от ж/д станций до отдаленных населённых пунктов.

4. Купе. Раньше этим словом обозначали кареты, оснащённые четырьмя колесами. Рассчитаны эти кареты были лишь на двух пассажиров. Сегодня под этим термином подразумевают спортивные двухзвенные авто. Есть модели, в которых задний ряд для пассажиров не предусмотрен.

5. Кабриолет. У таких машин вместо жесткой крыши имеется мягкий тент, который при необходимости складывается. Боковые окна у кабриолета полностью опускаются. Большинство моделей кабриолетов оснащены только двумя дверями, а в салоне такого авто могут разместиться 4-5 пассажиров.

6. Купе-кабриолет. У подобных авто крыша тоже может складываться, но она не мягкая, а жесткая. Раньше такие машины считались экзотическими. В наши дни многие производители опять начали выпускать модели такого рода.

7. Родстер. Прежде таким термином называли двухместные спортивные машины, оснащенные складной мягкой крышей. Боковые стекла у таких моделей предусмотрены не были. Со временем родстеров на дорогах становилось все меньше, и этот термин сегодня иногда используют автопроизводители применительно к кабриолетам.

8. Тарга. Под этим термином подразумевают авто, которые оснащены съёмной средней частью крыши. У некоторых моделей этого ряда снимаются и задние стекла. Такие машины по внешнему виду напоминают кабриолеты.

9. Лимузин. Хотя такое авто и похоже на седан, но его отличительной чертой считается удлинённый кузов, благодаря чему пассажиры размещаются в салоне с большим комфортом. Все лимузины оснащены перегородкой, разделяющей пассажирский салон и отсек для водителя. При необходимости такая перегородка опускается и поднимается.

10. Пикап. Эту машину характеризует наличие открытой платформы, предназначенной для грузовых перевозок. Пассажирский салон у пикапов отделен перегородкой.

11. Фэтон. Такие авто со съёмными боковыми стёклами имеют мягкий складной верх. Как правило, салон этих машин отличается большой вместительностью.

12. Хардтоп. Внешне эти машины чем-то напоминают купе или седан. По отличительной чертой хардтопов является отсутствие средней стойки, поэтому силуэт этого авто смотрится более изящно.

13. Фастбек. Такое авто совместило в себе характеристики седана и хэтчбека. От седана фастбеку досталась крышка багажника, а от хэтчбека – силуэт.

14. Брегам. В 19 веке была изобретена особая конная повозка небольшой высоты. Пассажиры в таком транспорте располагались в двухдверном кузове, а для кучера предназначался отдельный облучок. Сегодня этот термин применяют к авто с открывающейся частью крыши с люком, расположенным над водителем и пассажиром рядом с ним.

15. Ландо. Европейские ландо – это авто со складной крышей, расположенной над вторым рядом сидений. В Америке под этим термином подразумевают машины, крыши которых обтянуты в ткань или кожу для визуального сходства с кабриолетами.

16. Минивэн. Однообъемное транспортное средство с вместительным

1.3 Опрокидывание автомобиля. Статистические данные ДТП с опрокидыванием

Все транспортные средства в различной степени подвержены опрокидыванию. Как правило, тенденция к опрокидыванию увеличивается с увеличением высоты центра масс, узостью колеи оси, чувствительностью рулевого управления и увеличением скорости.

Порог опрокидывания легковых автомобилей составляет более 1 g поперечного ускорения. Модель Tesla Model S имеет необычно низкий риск опрокидывания - 5,7% из-за его низкого центра масс. Легкие грузовики перевернутся при боковом ускорении от 0,8 до 1,2 g. Большие коммерческие грузовики будут катиться с боковым ускорением всего 0,2 g. Вероятность опрокидывания грузовиков выше, чем у легковых автомобилей, поскольку они обычно имеют более высокие кузова и больший клиренс. Это поднимает центр масс.

При опрокидывании автомобиля (рисунок 1.5) травмы и смертность ниже, чем при лобовых или боковых столкновениях, при условии, что человек не вылетит из машины, и что машина не налетит на дерево или столб.



Рисунок 1.5 – Опрокидывание ТС

От травм внутри движущегося автомобиля погибают от 10 до 20 % от общего числа погибших при автомобильных травмах.

Можно выделить четыре варианта:

- прямое столкновение спереди;
- боковое;
- столкновение при ударе сзади;
- переворачивание (опрокидывание) машины, которые происходят вследствие столкновения спереди, сбоку, сзади или же в результате «заноса» автомобиля.

Вероятность смертельных случаев зависит в некоторой степени от размера и типа автомобиля. Маленький автомобиль менее способен абсорбировать энергию столкновения. Поэтому тяжелые повреждения и смертельные случаи чаще происходят с такими машинами. Грузовые машины обычно тяжелее, поэтому в случае столкновения с другой машиной у тех, кто находится в более тяжелой, шансов выжить больше. Однако спортивные машины чаще, чем легковые, попадают в катастрофы со смертельным исходом, так же они легко переворачиваются.

Нет специфической модели повреждений при опрокидывании, поскольку человека бросает «туда-сюда». Если человек вылетает из машины или под машину попадает его туловище, но не голова, внешних признаков травмы может не быть. Но на аутопсии выявляются обширные разрывы легких, сердца, печени, селезенки и брыжейки. По количеству, ДТП с опрокидыванием занимает второе место в статистике, данные показаны на рисунке 1.6.

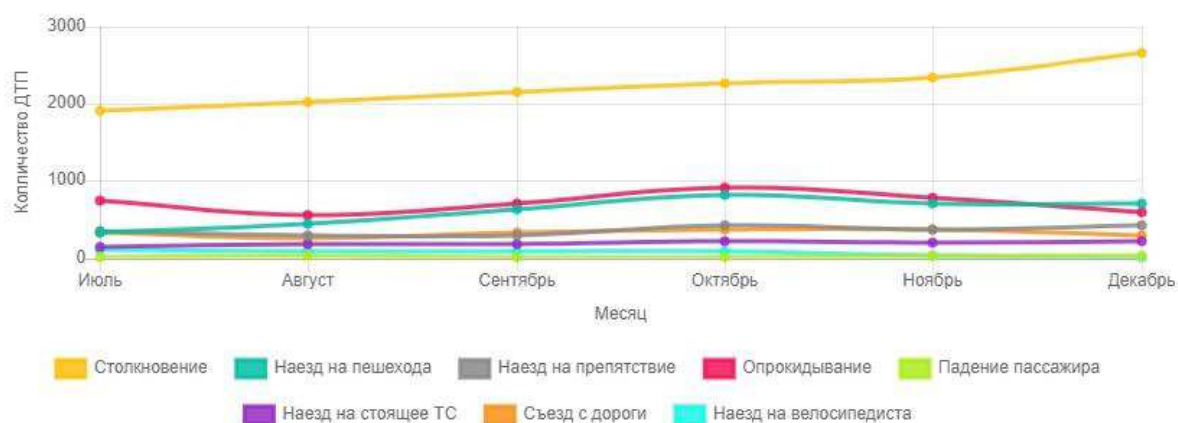


Рисунок 1.6 – Распределение ДТП по типам

Опрокидывание (перевороты) составляют примерно 18 % от всех смертных случаев в авариях. Для легковых автомобилей направление удара чаще всего в лоб, перевороты составляют 15 % всех смертельных случаев в авариях. Наоборот, цифры для более тяжелого транспорта — общее число переворотов 36 % от всех аварий, для пикапов — 24,5 %, для фургонов — 20,3 % и для тяжелых грузовых автомобилей — 13,8 %.

Чаще всего переворачиваются машины, съехавшие с дороги, при резкой попытке вернуть ее обратно. При достаточном движении вбок шины скользят по поверхности, и машина перевернется; если движения недостаточно, она снова упадет на колеса и не перевернется. Перевернется машина или нет, зависит не только от бокового движения, но и от высоты ее центра тяжести, а также от дороги. Машина скорее перевернется на грунтовой дороге, чем на асфальте.

При низко расположенном центре тяжести, как в легковых машинах, переворачиваемая машина остановится на крае крыши, противоположном той стороне, в какую начала переворачиваться. В машинах с высоко расположенным центром тяжести (грузовых) удар скорее придется на ведущий край крыши. После удара машина продолжает переворачиваться, часто останавливаясь на колесах.

При опрокидывании обычно машина переворачивается не больше одного раза. Осматривая место и машину, тот, кто реконструирует обстоятельства несчастного случая, может определить скорость во время опрокидывания, сколько раз машина перевернулась, места ударов и направление переворота.

Внедорожники и снегоболотоходы склонны к опрокидыванию, особенно те, которые оснащены подвеской для длительного бездорожья. Увеличенная высота подвески для увеличения клиренса на бездорожье поднимает центр масс.

Крыша легкового ТС не подлежит обязательным испытаниям защитных свойств при опрокидывании. В России такого опыта не наблюдается.

1.4 Обзор и анализ существующих систем и технологий, которые могут осуществить проверку прочности крыши ТС

1.4.1 IIHS, тест на прочность крыши

Впрочем, авторитетный американский институт Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) не проверяет устойчивость машины и склонность к перевороту – испытывается только прочность крыши. Специалисты института подчеркивают, что это имеет определяющее значение – слишком слабые

стойки крыши гарантируют пассажирам при перевороте машины контакт с самой крышей и повреждения головы, шеи и т.д(Рисунок 1.7). Кроме того, при существенной деформации крыши, у машины вылетают стекла, открываются двери, из-за чего пассажиры, особенно не пристегнутые ремнями безопасности, могут вылететь из салона.



Рисунок 1.7 – Слабые стойки крыши и повреждение головы водителя

Испытание на прочность крыши машины отличается от лобовых и боковых краш-тестов. Институт "IIHS" использует для этого специальный стенд, где проверяется прочности крыши, показанный на рисунке 1.8. Специальный пресс начинает сжимать крышу автомобиля до тех пор, пока она не деформируется на 12 сантиметров. То усилие, которое оказывается на крышу автомобиля с самого начала испытания постоянно растет и увеличивается. Таким образом специалисты института вычисляют коэффициент прочности крыши машины, происходит это за счет соотношения веса к прочности.



Рисунок 1.8 – Стенд проверки прочности крыши IIHS

Чем прочнее крыша автомобиля, тем установке требуется соответственно больше веса и силы, чтобы сформировать крышу. На основании полученных результатов выставляются окончательные итоговые оценки. Те автомобили, которые получают оценку "хорошо" имеют соотношение прочности "4"- к весу. Это означает, что такая крыша машины может выдержать четыре своих собственных веса, прежде чем ее крыша деформируется на 12 сантиметров. Оценка "приемлемо" как правило присуждается автомобилям с соотношением прочности к весу - "3,25". Оценка "ниже среднего" присуждается машинам с соотношением "2,5"- к весу. Оценка "плохо" присваивается автомобилям с соотношением прочности к такому весу, все что меньше коэффициента "2,5".

1.4.2 Система VIA, испытания прочности крыши

Испытания прочности крыши и дверей FMVSS 214, FMVSS 216 и аналогичные стандарты представлены на рисунке 1.9.

Система VIA проверки прочности крыши и дверей при аварийном столкновении обеспечивает высокую управляемость и точность измерений, а также сбор данных на современном техническом уровне. Система VIA проще и корректнее определяет прочность конструкции.



Рисунок 1.9 – Испытания прочности крыши и дверей

Один и тот же испытательный стенд VIA осуществляет смятие и крыши, и дверей. Уникальный дизайн с непрерывно изменяемым углом наклона позволяет выполнять смятие крыши в вертикальном направлении. На рисунке 1.1 мы можем видеть рабочие характеристики измерений существенных параметров этой системы.

Таблица 1.1 – рабочие характеристики измеряемых параметров

Наименование	Показатели
Диапазон углов при раздавливании крыши, °	0-40
Угол смятия двери, °	90
Угол наклона толкателя, °	±20
Максимальная нагрузка, кН	250
Максимальный рабочий ход, м	1
Максимальная высота автомобиля, м	2.1

- 4 трехосных тензодатчика для определения точки приложения нагрузки. Точность измерения силы после программной обработки сигнала: 0,5 %.

- Магнитострикционный датчик положения для измерения абсолютного перемещения.

1.5 Выводы технико-экономического обоснования

Крыша легкового ТС не подлежит обязательным испытаниям защитных свойств при опрокидывании. В России такого опыта не наблюдается. Опрокидывание (перевороты) составляют примерно 18 % от всех смертных случаев в авариях.

Внедорожники и снегоболотоходы склонны к опрокидыванию, особенно те, которые оснащены подвеской для бездорожья. Увеличенная высота подвески для увеличения клиренса на бездорожье поднимает центр масс.

Найденные существующие системы для проверки прочности крыши ТС являются очень дорогостоящими, в России не зарегистрированы и не используются для снегоболотоходной техники. Поэтому, было принято решение, разработать специальный стенд, предназначенный для тестирования прочности комплектного кузова без трансмиссии и шасси снегоболотохода. А также, при некоторых доработках, использование его для легковых ТС.

2 Снегоболотоходы. Технические требования и методы испытаний

Снегоболотоход – самодвижущееся транспортное средство, сконструированное и предназначенное для перевозки пассажиров и/или грузов преимущественно в условиях снежного и/или заболоченного бездорожья вне дорог общей сети и оснащенное колесными или гусеничными движителями.

Снегоболотоходы, имеющие собственную массу 2700 кг и менее, оборудованные устройством, защищающим водителя и пассажиров при опрокидывании, или имеющие иные элементы конструкции, выполняющие функции этого устройства, или имеющие кабину/кузов закрытого типа, должны выдерживать испытание в соответствии с пунктом 2.3, при этом величина перемещения нагружающего устройства с момента контакта с кабиной/кузовом, защитным устройством или иными элементами конструкции, выполняющими его функции, в процессе испытания не должна превышать 130 мм.

По согласованию с изготовителем снегоболотохода допускается применять испытание в соответствии с пунктом 2.3 для снегоболотоходов, имеющих собственную массу более 2700 кг.

Допускается для снегоболотоходов, имеющих кабину/кузов закрытого типа, при проведении испытания в соответствии с пунктом 2.3, производить оценку защитных свойств кабины/кузова непосредственно по величине внедрения в салон элементов кабины/кузова в процессе испытания (изменения внутренней геометрии салона), которое не должно превышать допустимой величины перемещения нагружающего устройства. В этом случае величина перемещения нагружающего устройства по не оценивается. Допускается не оценивать изменение внутренней геометрии отсеков снегоболотохода, не предназначенных для перевозки пассажиров. Применяемый способ оценки изменения внутренней геометрии салона должен учитывать возможную погрешность измерений, с уменьшением на величину этой погрешности величины допустимой деформации.

2.1 Ограничения на габаритные размеры снегоболотоходов

Габаритная высота не должна превышать 4 м. Допускается увеличение габаритной высоты более 4 м для снегоболотоходов, предназначенных для эксплуатации на территориях, ограниченных особыми условиями движения, вне дорог общего пользования. Габаритная ширина снегоболотоходов не должна превышать 2,55 м.

Допускается увеличение габаритной ширины более 2,55 м для снегоболотоходов, предназначенных для эксплуатации на территориях, ограниченных особыми условиями движения, вне дорог общего пользования.

2.2 Испытания защитных свойств при переворачивании

Жестко закрепить испытываемый снегоболотоход или его кабину/кузов своими нижними недеформируемыми элементами (лонжеронами рамы, порогами) на горизонтальной поверхности недеформируемого стенда так, чтобы исключить влияние упругих элементов подвески на результаты испытаний.

В целях обеспечения возможности вертикального приложения испытательной нагрузки к кабине/кузову снегоболотохода допускается закреплять кабину/кузов на наклонной поверхности недеформируемого стенда под углами, указанными на рисунке 2.1.

Удалить с крыши все элементы, не имеющие структурной жесткости. Все съемные жесткие панели кабины/кузова должны быть установлены на свои места. Закрывать все двери и люки кабины/кузова, зафиксировав их штатными запорными устройствами, закрыть все окна.

Нагружающее устройство в своей нижней части, контактирующей со снегоболотоходом, должно представлять собой плоскую жесткую плиту с размерами 1829x762 мм, установленную под следующими углами (см. рисунок 3.1):

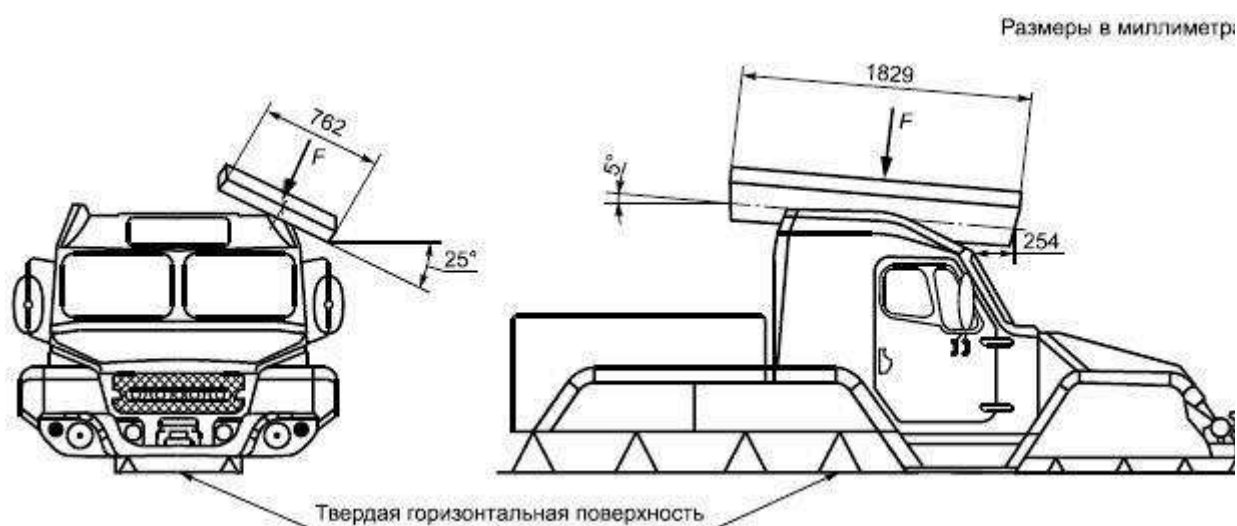


Рисунок 2.1 – Схема испытания защитных свойств кабины/кузова снегоболотохода

- продольная ось симметрии плиты наклонена на 5° вниз от горизонтали в направлении передней части снегоболотохода и параллельна вертикальной плоскости, проходящей через его продольную ось;
- поперечная ось симметрии плиты в проекции на поперечную вертикальную плоскость, перпендикулярную продольной оси снегоболотохода, наклонена на 25° вниз от горизонтали в направлении внешней стороны снегоболотохода, подвергаемой испытанию.
- Допускается применение нагружающего устройства с плитой больших размеров.

Направляющий аппарат плиты должен обеспечивать ее перемещение вдоль оси, перпендикулярной плоскости плиты, со скоростью не более 13 мм/с от момента касания поверхности снегоболотохода и до момента достижения усилия, указанного в формуле 2.1. При этом во время всего процесса нагружения не должно наблюдаться относительного проскальзывания и вращения плиты нагружающего устройства относительно снегоболотохода, а сам процесс нагружения до момента достижения усилия, указанного ниже, должен быть произведен за время, не превышающее 120 с.

Усилие на нагружающем устройстве F , Н, должно составлять:

$$F = 1,5m_c g, \quad (2.1)$$

где m - собственная масса снегоболотохода, кг;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Установка плиты нагружающего устройства в исходное положение. Испытанию подвергается левая сторона снегоболотохода. В случае, если конструкция кабины/кузова снегоболотохода или его защитного устройства не симметрична, испытанию подвергают обе стороны снегоболотохода. По согласованию с изготовителем снегоболотохода допускается поочередное проведение испытаний левой и правой сторон на одном образце снегоболотохода. В обоснованных случаях, если есть основания полагать, что одна из сторон снегоболотохода в части способности выдержать испытание имеет более слабую конструкцию, чем другая, испытанию может быть подвергнута только одна более слабая сторона.

Плиту нагружающего устройства устанавливают в исходное положение, опускаясь до контакта с поверхностью снегоболотохода. Точка начального контакта или центр поверхности начального контакта должны находиться на продольной средней линии нижней поверхности плиты

нагружающего устройства. В исходном положении, расстояние от центральной точки передней кромки плиты до крайней точки передней кромки крыши, включая ширину уплотнителя ветрового стекла (при его наличии), в направлении продольной оси снегоболотохода должно оставлять (254 ± 10) мм, как показано на рисунке 2.1. В случае отсутствия у снегоболотохода крыши, указанный размер (254 ± 10) мм должен быть выдержан от переднего верхнего поперечного элемента защитного устройства (или соответствующего элемента конструкции, его заменяющего).

Если точка начального контакта плиты и защитного устройства располагается ближе 254 мм от передней кромки плиты, размер (254 ± 10) мм должен быть выдержан от точки начального контакта до передней кромки плиты.

В случае, если кузов снегоболотохода имеет возвышение в своей задней части, таким образом, что после выполнения предписаний, точка начального контакта плиты нагружающего устройства с поверхностью снегоболотохода оказывается ближе 254 мм от задней кромки плиты, плита должна быть смещена по направлению к задней части снегоболотохода в положение, при котором этот размер станет равным (254 ± 10) мм.

В случае, если после выполнения всех вышеперечисленных предписаний, сохраняется возможность излома элементов силовой структуры кабины/кузова или защитного устройства кромками плиты нагружающего устройства, или возможность соскальзывания элементов силовой структуры кабины/кузова или защитного устройства с плиты при их деформации в процессе выполнения испытания, допускается изменение начального положения плиты нагружающего устройства или применение плиты больших размеров, таким образом, чтобы исключить вероятность такого излома или соскальзывания.

Провести испытание, воздействуя плитой нагружающего устройства на защитное устройство или крышу кабины/кузова снегоболотохода до достижения усилия, указанного в формуле 2.1. После достижения заданного усилия определяют величину перемещения нагружающего устройства как расстояние между положением плиты нагружающего устройства в момент касания поверхности снегоболотохода и в момент достижения заданного усилия.

Допускается прекращать испытание до достижения заданного усилия в случае превышения размера допустимого перемещения плиты нагружающего устройства или допустимого изменения внутренней

геометрии салона, означающего получение отрицательного результата испытания.

В случае изменения начального положения плиты нагружающего устройства по сравнению с предписанным, в протоколе испытаний должно быть приведено обоснование такого решения. В протоколе испытаний должны быть указаны размеры нижней плоскости плиты нагружающего устройства, примененной при испытании.

3 Разработка и моделирование испытательного стенда

3.1 Расчет необходимых параметров для моделирования

Используя формулу 2.1, рассчитаем усилие на нагружающем устройстве, действующее на кабину\кузов снегоболотохода. Для этого возьмем среднюю массу кабины, без шасси.

Усилие на нагружающем устройстве F , Н, будет составлять:

$$F = 1,5 * 1479,5 * 9,81 = 21770,8 \text{ Н} \approx 2220 \text{ кг}$$

Для того чтобы не происходила деформация удерживающей платформы и рамы установки, учтем этот показатель при моделировании и сделаем запас по прочности. Для труб была выбрана сталь ст3сп. Свойства стали ст3сп показаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Свойства стали ст3сп

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	$1.9e + 11$	Н/м ²
Коэффициент Пуассона	0.26	Не применимо
Модуль сдвига	$7.8e + 10$	Н/м ²
Массовая плотность	7300	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	448082500	Н/м ²
Предел прочности при сжатии		Н/м ²
Предел текучести	241275200	Н/м ²
Коэффициент теплового расширения	$1.5e-05$	/К
Теплопроводность	38	W/(м*К)
Удельная теплоёмкость	440	J/(м*К)

Для токарных работ используем сталь 40Х. Её характеристики описаны ниже.

Предел прочности

Под пределом прочности понимают такое механическое напряжение, выше которого материал разрушается или деформируется. Максимальная прочность стали в момент сгиба составляет 509 МПа, а при временном сопротивлении — 960 МПа.

Этот показатель измеряется с помощью испытаний на растяжение и деформацию. При этом устанавливают не только предел прочности, но и удлинение, временное сопротивление и др.

Предел текучести

Физический предел текучести — это значение напряжения, при котором деформация испытываемого материала увеличивается без дополнительной нагрузки. Предел текучести стали 40х равен 785 Н/мм². На конечный результат влияют различные факторы:

- толщина металла;
- режим термообработки;
- наличие примесей в составе продукта;
- дефекты кристаллической решётки и т. д.

Прочность

Прочность — это стойкость металла к воздействию внешних нагрузок. Чтобы узнать, какая прочность стали, проводят испытания на специальных машинах с разной мощностью. Последние состоят из нагружающего механизма, создающего усилие, и бывают механическими и гидравлическими. Сталь 40х обладает высокой прочностью — 271 МПа. Также она способна сохранять структуру при больших нагрузках.

Ударная вязкость

Ударная вязкость данной марки составляет 400 – 850 кДж/кв. м. Предел прочности на разрыв равен 980 Н/м². Под ударной вязкостью понимают способность металла поглощать механическую энергию, образующуюся в процессе разрушения и деформации.

Температура эксплуатации

Средняя температура эксплуатации стали 40х — минус 40 градусов. Максимально допустимая температура — плюс 425 градусов. Это важные показатели характеристики применения материала в комфортных для металлических изделий условиях. Значения выше или ниже могут привести к процессам разрушения и деформации.

Механические свойства

Вот механические свойства стали 40х в зависимости от закалки при температуре 860 градусов в масле и температурой отпуска, равной 500 градусов:

Предел текучести — в пределах 785 МПа.

Временное сопротивление — 980 МПа.

Минимальное относительное удлинение — не более 10%.

Относительное сужение — 45%.

Средняя цена по России в 2021 году

Стоимость стали 40х зависит от размера горячекатаного круга:

От 52-100 мм — 36 руб. за 1 кг.

От 105-200 мм — 35 руб. за 1 кг.

От 210-290 мм — 34 руб. за 1 кг.

От 310-500 мм — 55 руб. за 1 кг.

Исходя из пункта 2.1, плита нагружающего устройства должна соответствовать размерам 1829x762 мм. Пример плиты изображен на рисунке 3.1.

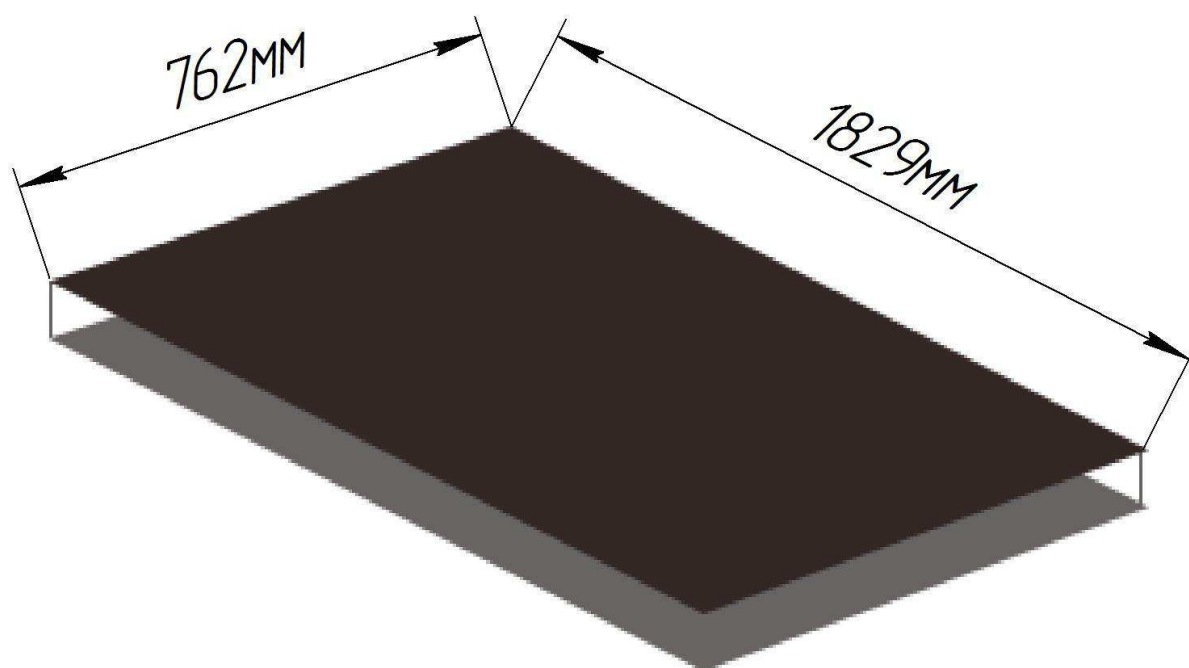


Рисунок 3.1 – Плита нагружающего устройства

Для постройки рамы и стоек крепления нагружающего устройства, были взяты средние параметры габаритов кузова\кабины снегоболотохода.

- Длина – 4800мм
- Ширина – 2500мм
- Высота (без учета шасси и колес) – 2100мм

Моделирование будем производить в программе SOLIDWORKS: CSWP.

3.1 SOLIDWORKS: CSWP. Краткий обзор программы

SolidWorks представляет собой мощный инструмент для 3D моделирования и автоматизированного проектирования сложных изделий различного назначения. По сути, это полноценный набор для конструирования изделий в цифровом виде, который содержит в себе множество дополнительных инструментов, позволяющих производить над моделью виртуальные технические испытания.

Особенности программы

SolidWorks считается неотъемлемой частью промышленных предприятий, задачей которых является разработка и производство изделий различного назначения, пример показан на рисунке 3.2. Сюда входят инженерные конструкции любой сложности, разнообразные детали и компоненты полноценных систем, и даже электрические схемы. Также нередко встречается применение программы в промышленном дизайне.

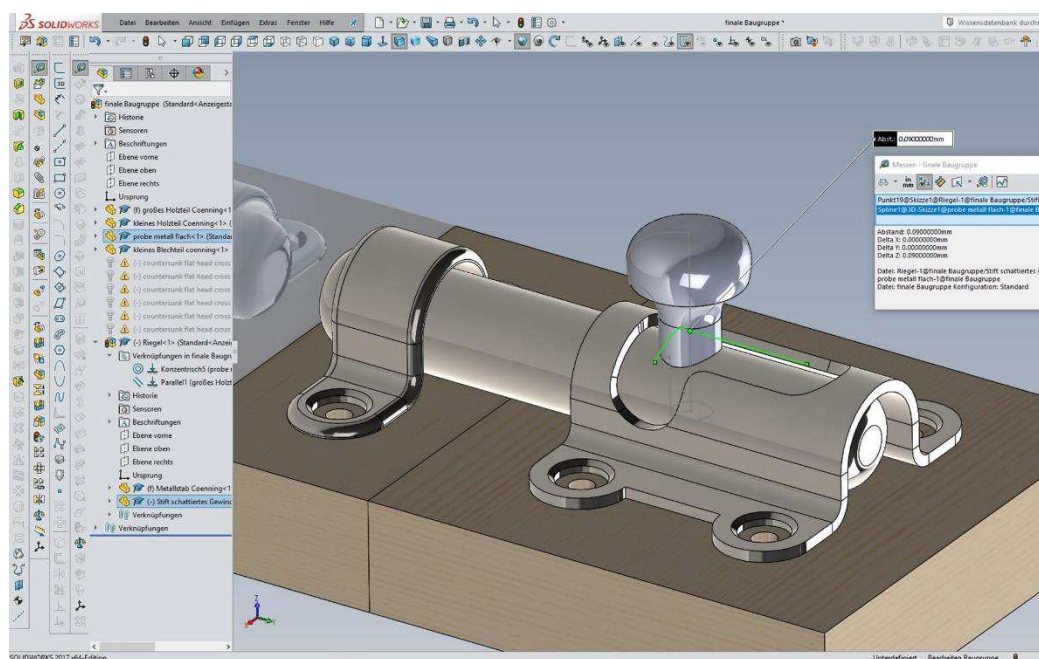


Рисунок 3.2 – Производство изделий различного назначения

На сегодняшний день программа доступна для работы лишь на операционных системах Windows. Она популярна не только благодаря широкому функционалу, но и за счет простоты в освоении и доступного интерфейса. К слову, интерфейс приложения полностью настраивается под нужды пользователя. Есть возможность изменить даже размеры значков, а начиная с версии SolidWorks 2016 интерфейс полностью переработан под мониторы со сверхвысоким расширением.

Возможности SolidWorks

Вкратце расскажу, для чего может применяться SolidWorks. Ниже перечислю базовый функционал программы, доступный без установки расширений. Разработчики также позаботились о создании дополнительных модулей, значительно увеличивающих возможности программы. Итак, вот что предлагает SolidWorks:

- Твёрдотельное 3D моделирование;
- Разработку сварных конструкций
- Расчеты на прочность;
- Просчет гидро/аэродинамики;
- Возможность создания чертежей;
- Проектирование с учетом материала изделия;
- Визуализацию;
- Просчет на изгиб;
- Работу с данными 3D сканирования (функция ScanTo3D);
- Возможность проектирования изделий из листового металла;
- Работу с электросхемами;
- Возможность анимации готового изделия;
- Экспорт данных в различные форматы.

В программе очень удобно выполнять проектирование полноценных изделий, начиная с базовых этапов и заканчивая сборкой. Последняя, кстати в SolidWorks 2016 значительно упрощена (рисунок 3.3).

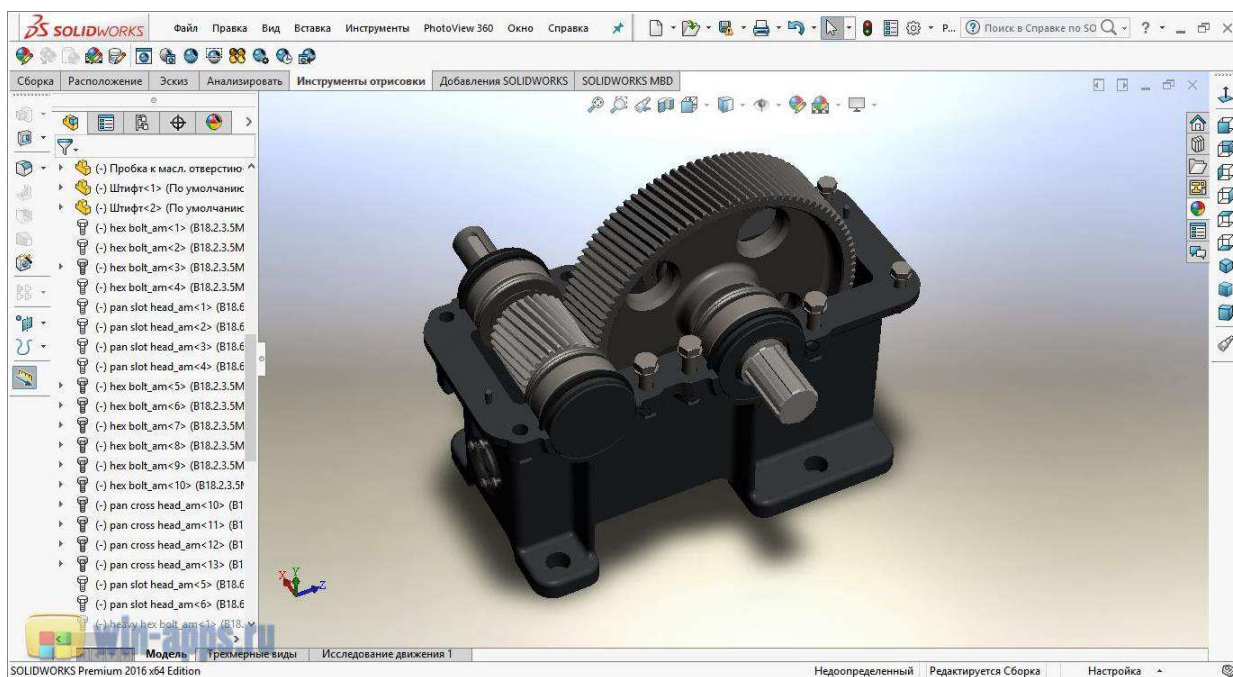


Рисунок 3.3 – Проектирование полноценных изделий

Обзор программы SolidWorks: моделирование

На 3D моделировании в SolidWorks следует особо заострить внимание, ведь именно оно является основой проектирования любого изделия. Всего в программе доступно три моделирование трех типов:

- Твердотельное моделирование (рисунок 3.4). Разработка изделий, обладающих свойствами реальных физических объектов. Является идеальным вариантом для визуального представления проектируемых изделий, а также для 3D печати;

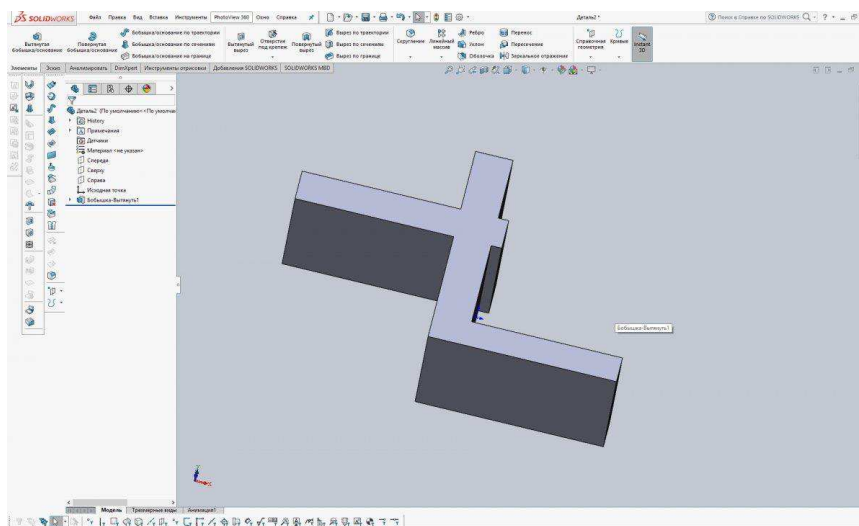


Рисунок 3.4 – Твердотельное моделирование

- Поверхностное моделирование (рисунок 3.5). В SolidWorks реализовано через работу с кривыми и сплайнами. Позволяет поучить изделия с гладкой поверхностью и плавными изгибами. Часто применяется в промышленном дизайне;

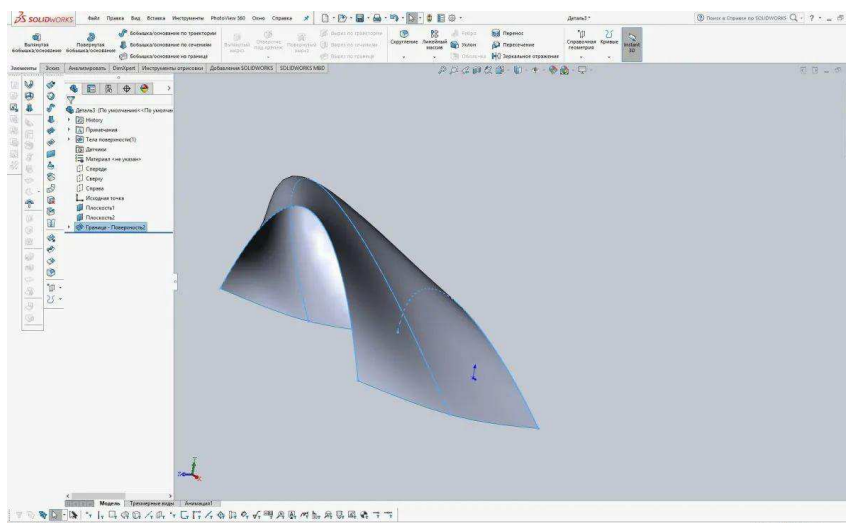


Рисунок 3.5 – Поверхностное моделирование

- Каркасное моделирование (рисунок 3.6). Так называемое «скелетное» представление 3D модели, дает представление о форме проектируемого объекта.

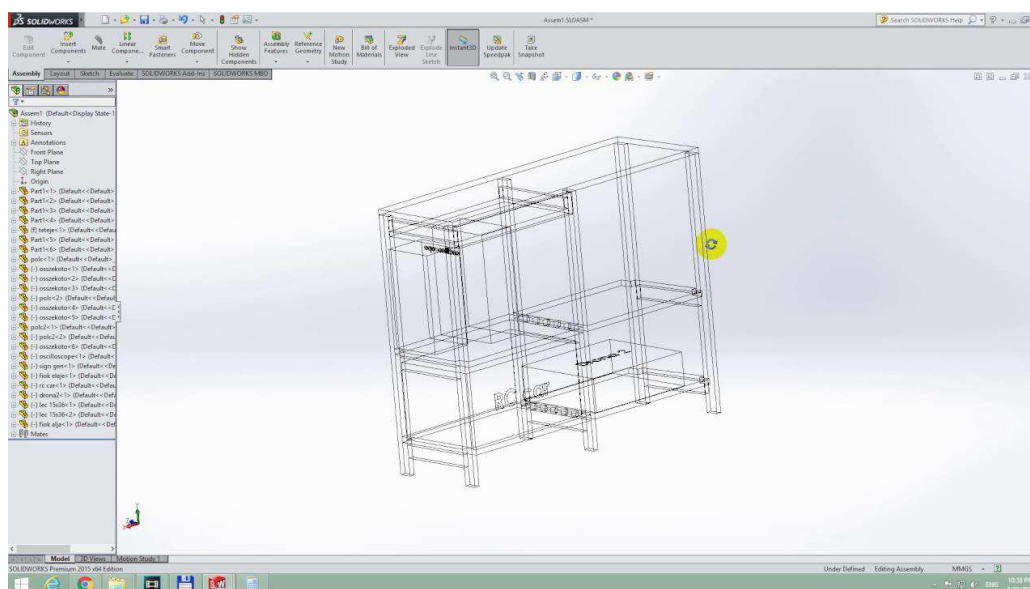


Рисунок 3.6 – Каркасное моделирование

3D моделирование в программе происходит на основе эскизов: на базовой плоскости строится простейшая форма, к которой применяются различные операции. Основными из них являются вращение, выдавливание, вырез, в том числе по сечению и по траектории. Также есть возможность скругления, зеркального отражения объекта, создания тонкостенных элементов, резьбы и многое другое. Все функции вынесены на панель инструментов сверху, что позволяет с удобством управлять 3D моделью.

Кроме плоских эскизов, которые получают объем путем применения специальных инструментов, в SolidWorks есть возможность создания трехмерных эскизов. Работа с ними отдаленно напоминает 3D моделирование в других редакторах трехмерной графики и предоставляет более свободный подход к разработке моделей.

Отдельно стоит отметить, что в SolidWorks используется древовидная структура отображения процесса работы над моделью. Таким образом, любое действие заносится в иерархию и может быть перемещено или изменено без лишних сложностей.

Полезные особенности

Само собой, хороший, пусть и краткий, обзор программы SolidWorks нельзя представить без описания удобных и полезных функций приложения, которые упрощают проектирование. Мы не станем углубляться в функционал

программы, и перечислим наиболее распространенные и популярные особенности приложения. Вот, какие полезные функции содержит SolidWorks:

Toolbox. Это целая библиотека стандартных компонентов и изделий, которая содержит в себе множество деталей различного назначения с самыми разнообразными параметрами. Очень часто среди них можно найти необходимый объект, либо же использовать стандартный компонент как болванку для дальнейшего модифицирования;

Привязки. Одной из интересных особенностей программы SolidWorks является необходимость создания привязок в модели. То есть все элементы проектируемого изделия должны быть связаны между собой. Это делается для того, чтобы при внесении изменений в модель не произошло искажение всего объекта;

Работа с уравнениями. Это своеобразное ответвление предыдущей опции: в SolidWorks есть возможность связать всю модель при помощи уравнений, которые выносятся в отдельный текстовый документ. Таким образом, меняя один элемент в объекте, синхронно изменится вся модель;

Автоматическое построение чертежей с модели. Очень удобная особенность, незаменимая при проектировании технических изделий. Получение чертежей с готовой модели происходит всего в несколько кликов мышью.

Вывод: Подводя итоги, можно сказать, что программа SolidWorks заслуженно считается одной из самых популярных систем автоматизированного проектирования, полностью удовлетворяющей потребности разнообразных промышленных организаций и частных лиц. Это мощный инструмент для комплексного проектирования изделий и компонентов любой сложности, в том числе и для промышленного дизайна. В среде 3D печати SolidWorks остается наиболее распространенным приложением для создания технических компонентов и твердотельного моделирования в целом.

4 Обзор и анализ предлагаемого испытательного стенда

Для тестирования крыши кузова/кабины снегоболотохода на прочность, был смоделирован испытательный стенд, изображённый на рисунке 4.1. Данный стенд был спроектирован в программе SOLIDWORKS: CSWP.

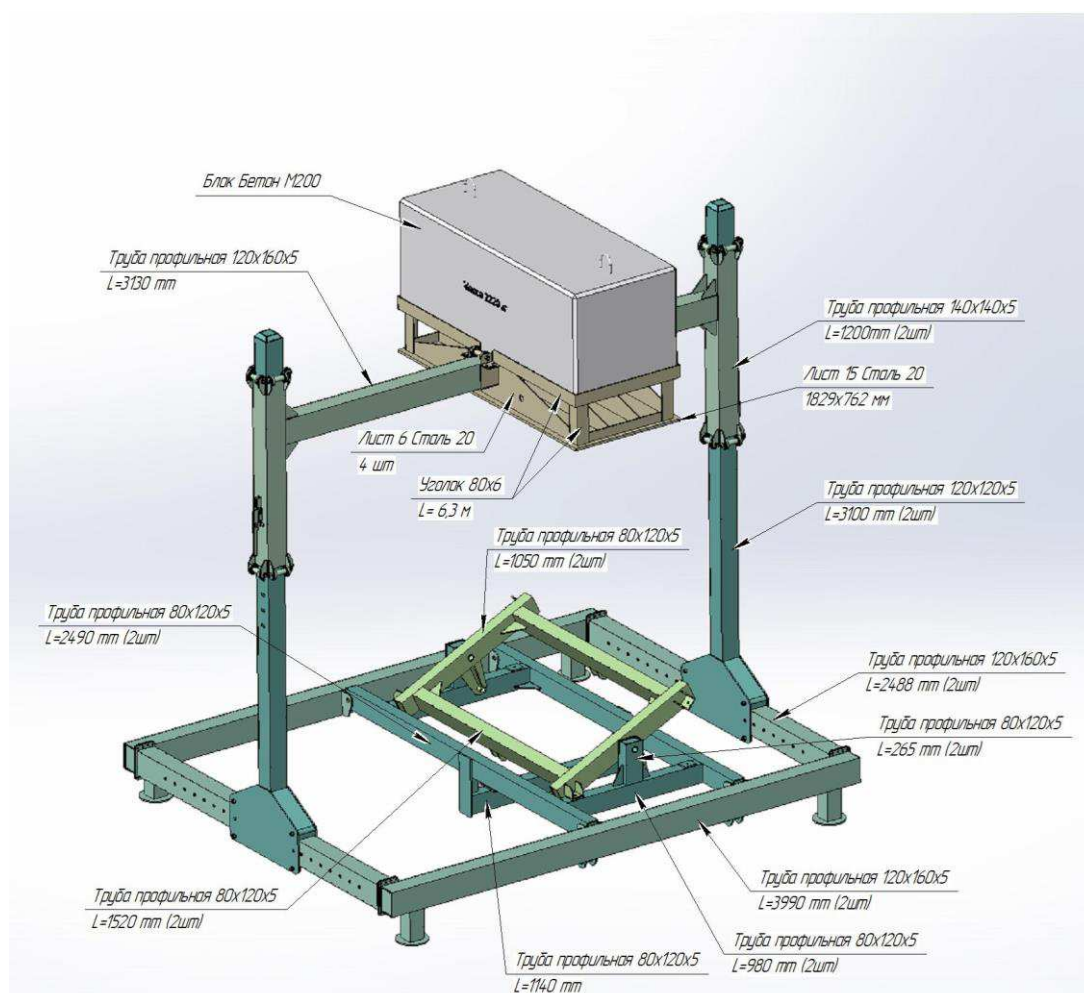


Рисунок 4.1 – Стенд испытательный (вид общий)

Его конструкция довольно проста и универсальна. Имеется некая основа(рама), на которой располагаются все остальные элементы, такие как:

- Платформа нижняя;
- Поворотная платформа для установки на неё кабины снегоболотохода или легкового ТС;
- Боковые стойки;
- Поперечная стойка;
- Люлька с бетонным блоком необходимой массы.

Разнесённая сборка данного стенда изображена на рисунке 4.2.

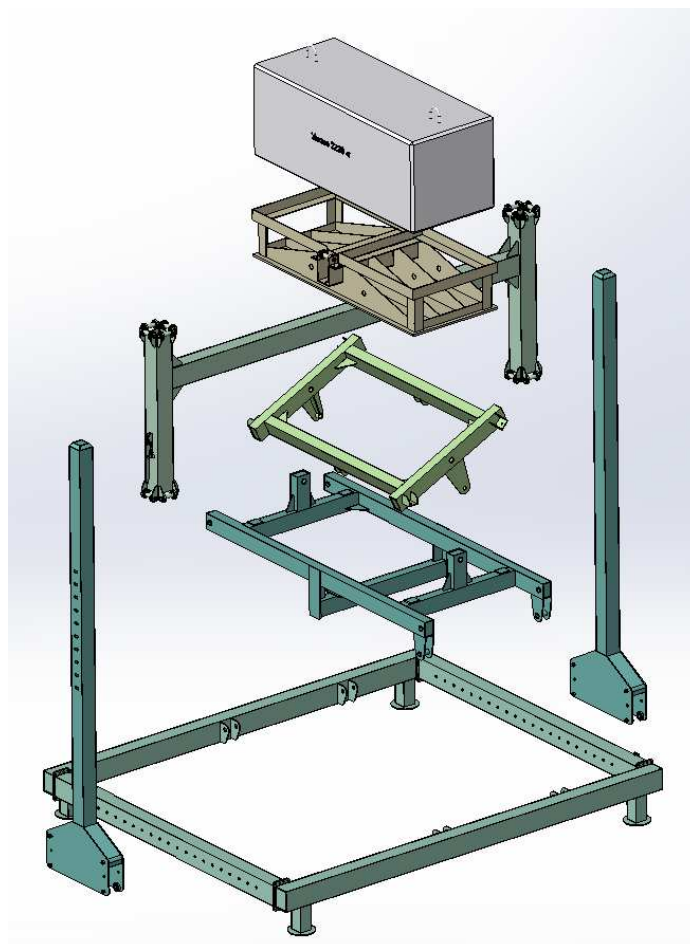


Рисунок 4.2 – Стенд испытательный (сборка разнесенная)

На рисунках 4.3 и 4.4 показано, как выглядит рама в собранном и разобранном состоянии соответственно.

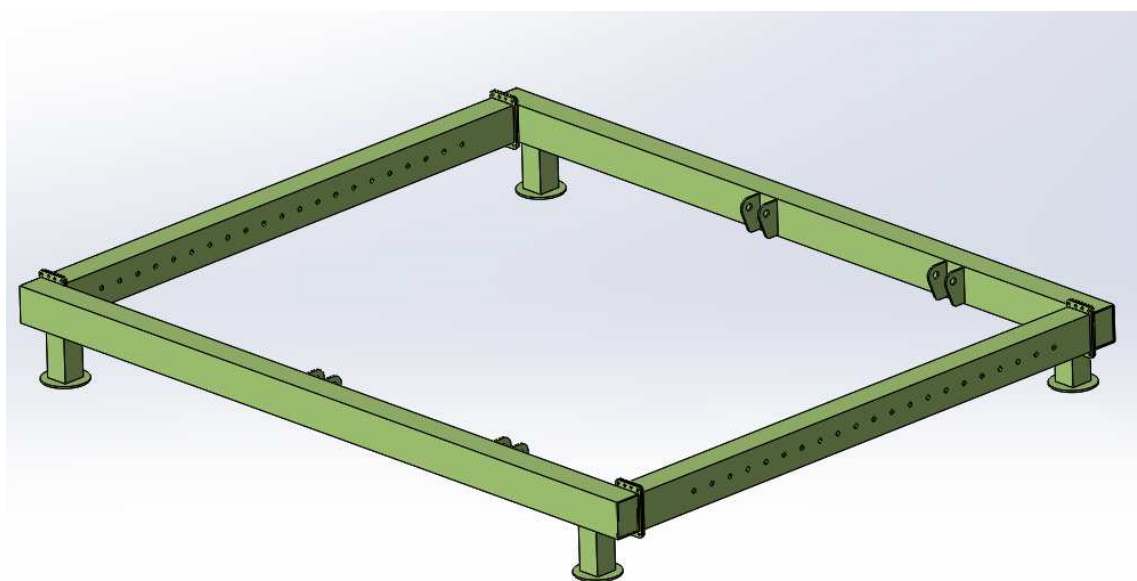


Рисунок 4.3 – Рама в собранном состоянии

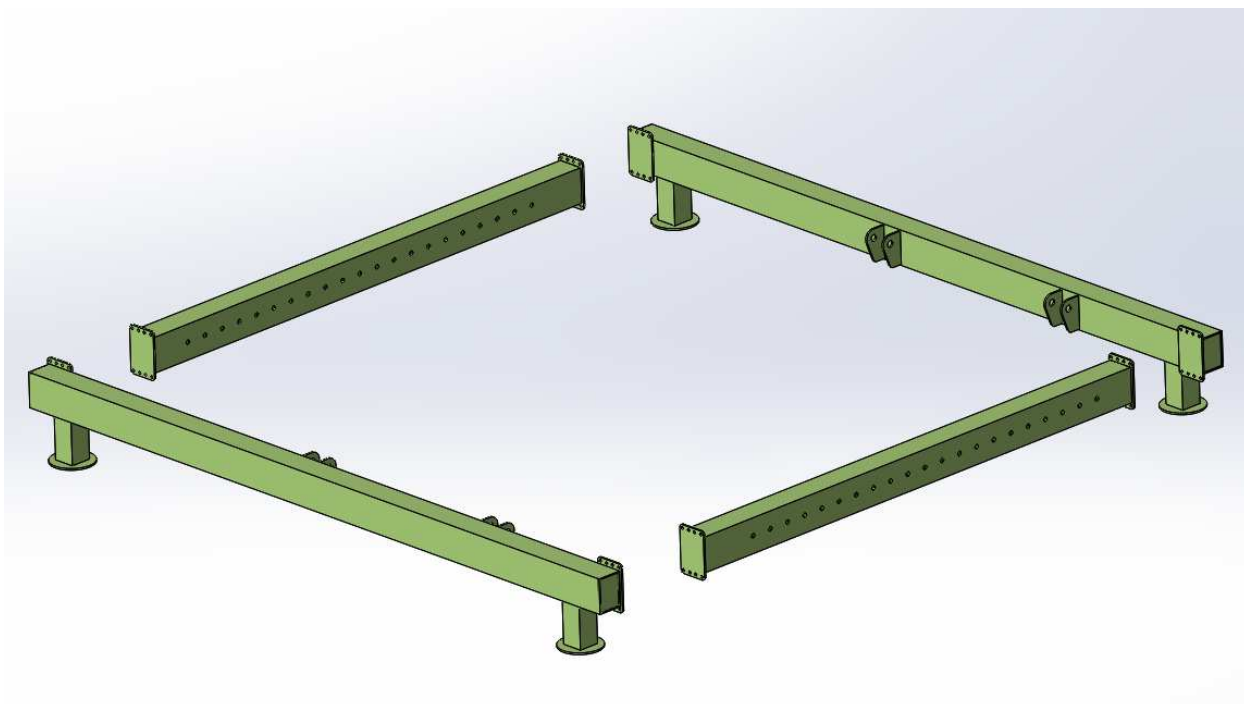


Рисунок 4.4 – Рама в разобранном состоянии. Крепежные комплекты 32 шт. (Болт М16х45, гайка М12, шайба стопорная 12) не показаны

Далее, проведем расчёты напряжений на поворотную платформу. Для этого открываем смоделированную деталь платформы и выбираем вкладку "Анализировать" и кликаем на значек "помощник Solidworks simulation xpress" (рисунок 4.5).

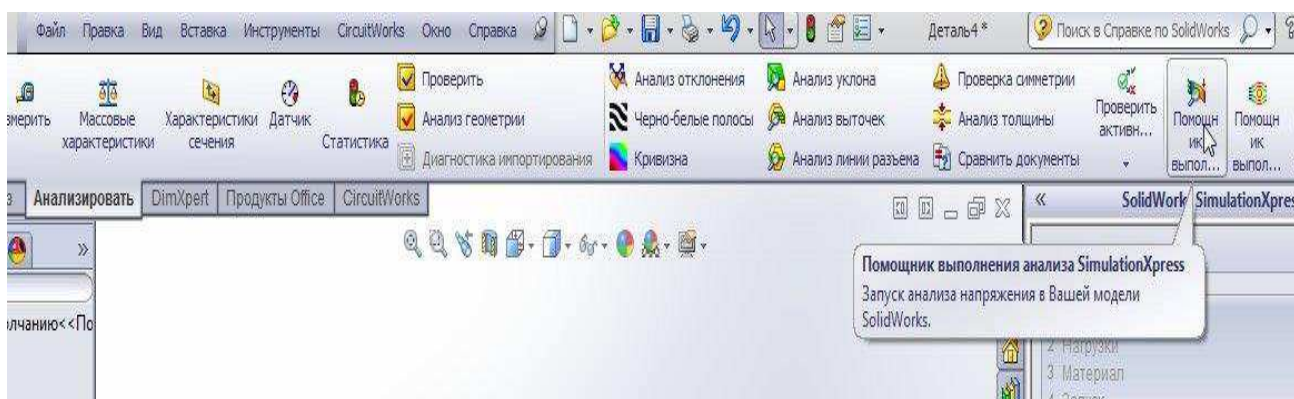


Рисунок 4.5 – Программный интерфейс. Шаг 1

В появившемся окне нажимаем далее (рисунок 4.6).

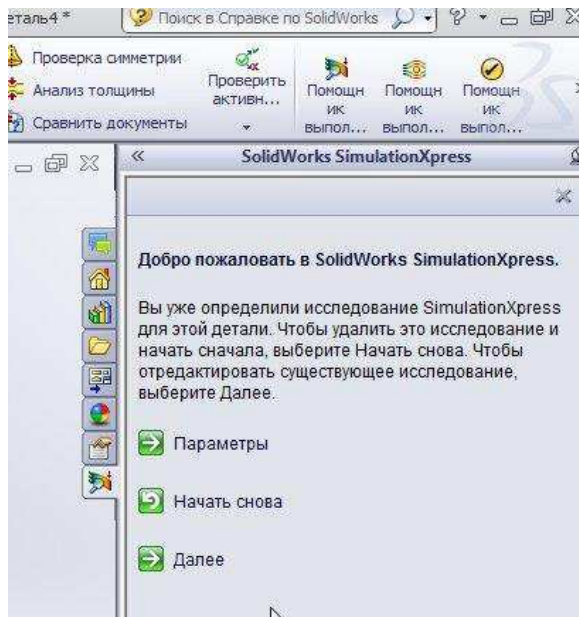


Рисунок 4.6 – Программный интерфейс. Шаг 2

А далее нам предлагают выбрать место крепления платформы. Нажимаем добавить крепления, выбираем места крепления и снова жмём далее (рисунок 4.7).

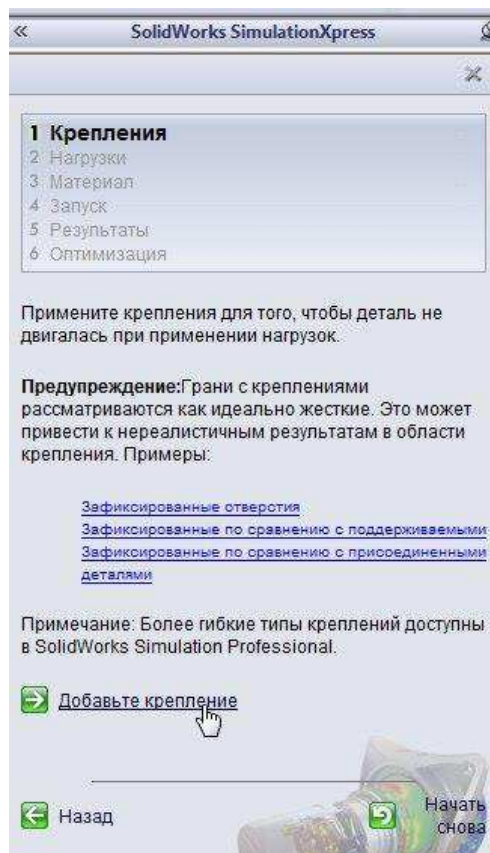


Рисунок 4.7 – Программный интерфейс. Шаг 3

Теперь solidworks предлагает выбрать нагрузки. Можно выбрать силу в Ньютонах либо давление в Паскалях. Мы выберем силу (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8 – Программный интерфейс. Шаг 4

Указываем грань на которую будет действовать сила (две верхние грани). Также указываем величину силы. После выбора нагрузки выбираем материал нашей модели (рисунок 4.9).

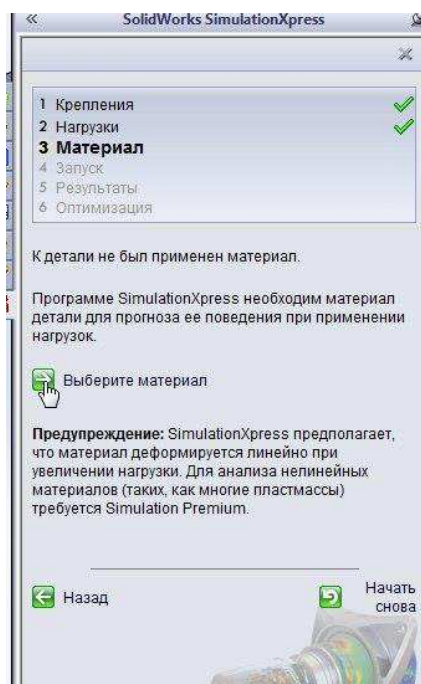


Рисунок 4.9 – Программный интерфейс. Шаг 5

Из появившейся таблицы выберем нужный материал. Нажимаем применить и закрываем эту таблицу (рисунок 4.10).

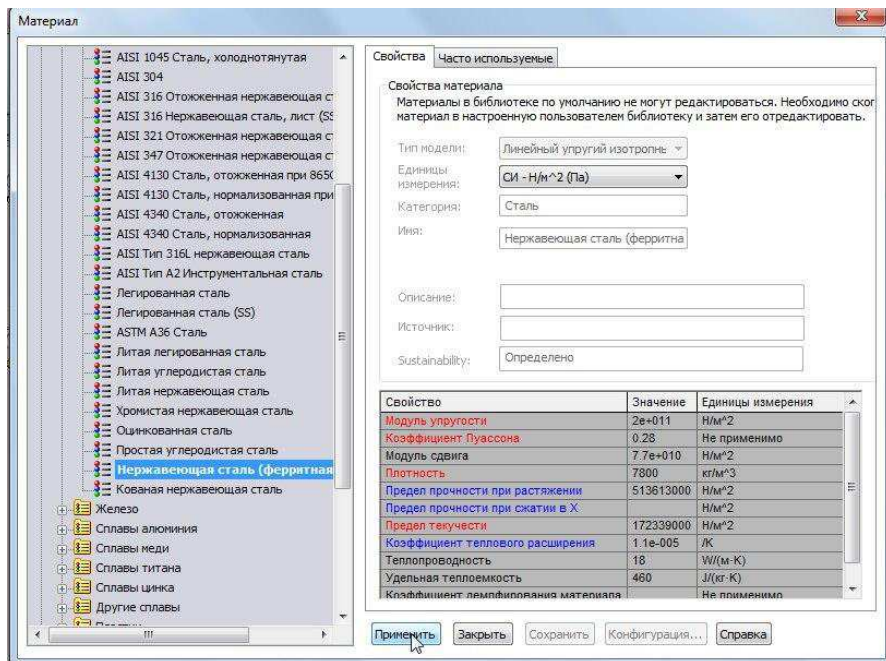


Рисунок 4.10 – Программный интерфейс. Шаг 6

Далее на рисунке 4.11 показана схема нагружения поворотной платформы.

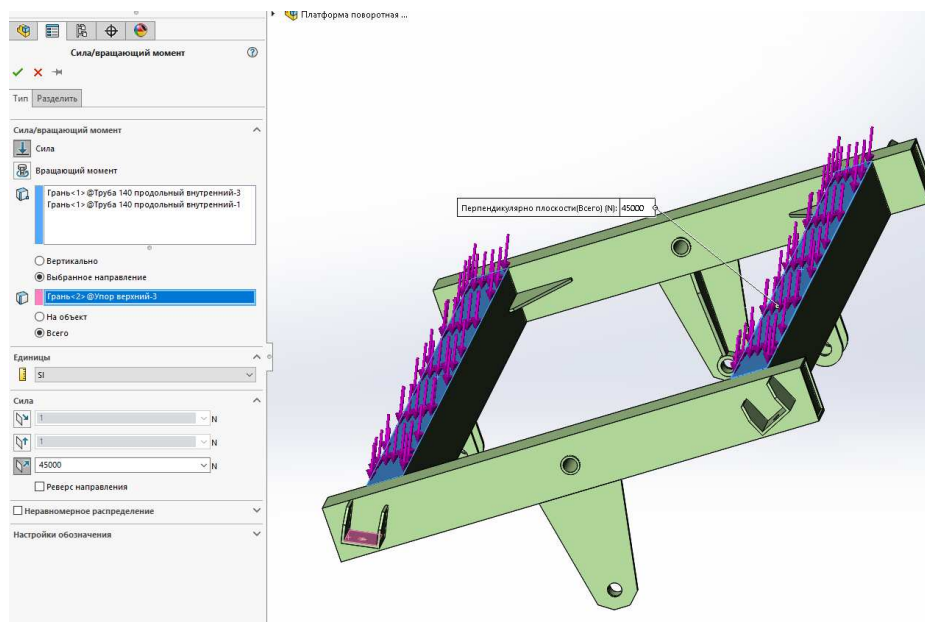


Рисунок 4.11 – Платформа поворотная. Схема нагружения

Платформа повернута на угол 25 градусов к горизонтали. Нагрузка вертикальная (перпендикулярно опорной плоскости фиксирующего кронштейна) и рассчитана исходя из взятых материалов. Суммарная величина нагрузки $45000\text{Н} \approx 4589\text{кг}$.

Картина напряжений на поворотную платформу изображена на рисунке 4.12.

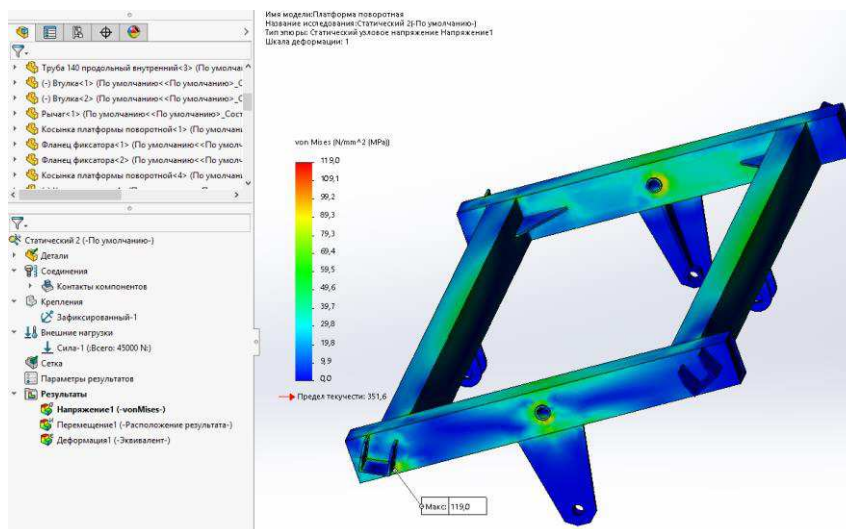


Рисунок 4.12 – Платформа поворотная. Картина напряжений

Платформа поворотная. Схема нагружения при фиксации авто в исходном (горизонтальном) положении (Рисунок 4.13 - 4.14). В данном случае в качестве опор выступают верхние центральные втулки. Считается, что на платформу действует только вес транспортного средства ориентировочно $18000\text{Н} \approx 1835,5\text{кг}$.

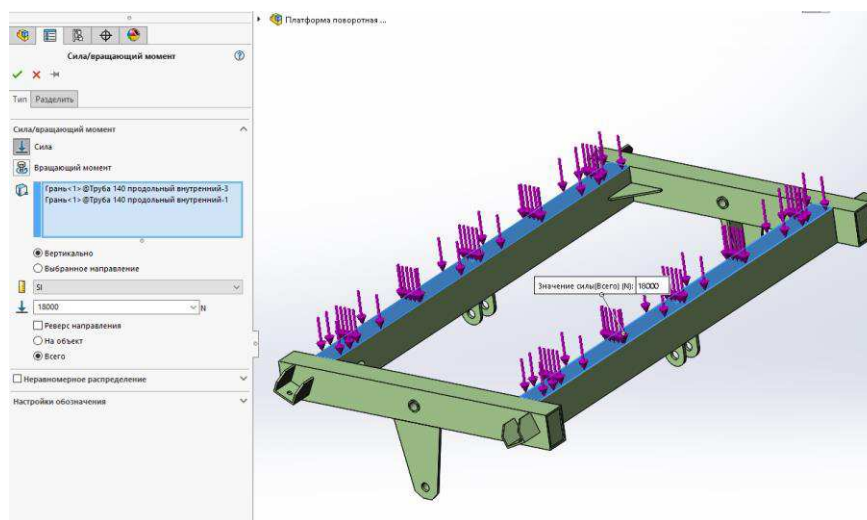


Рисунок 4.13 – Платформа поворотная. Схема нагружения при фиксации авто в исходном (горизонтальном) положении

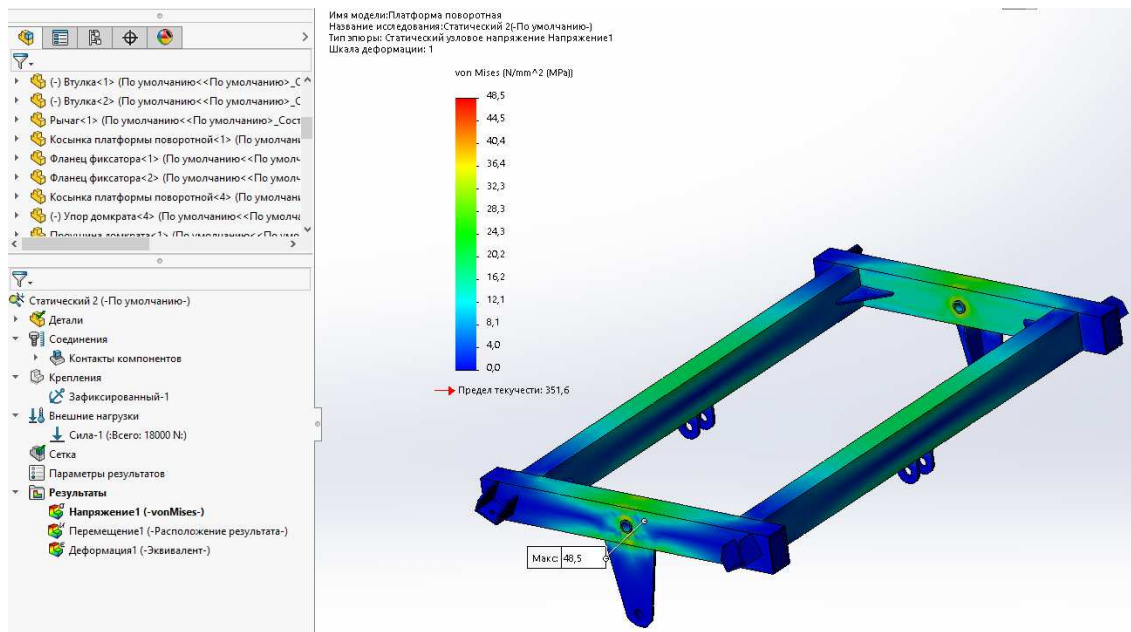


Рисунок 4.14 – Платформа поворотная. Картина напряжений при фиксации авто в исходном (горизонтальном) положении

Платформа нижняя. Схема закрепления показана на рисунке 4.15. Платформа повернута на угол 5 градусов к горизонтали (опирается на задний и передний нижний шарниры).

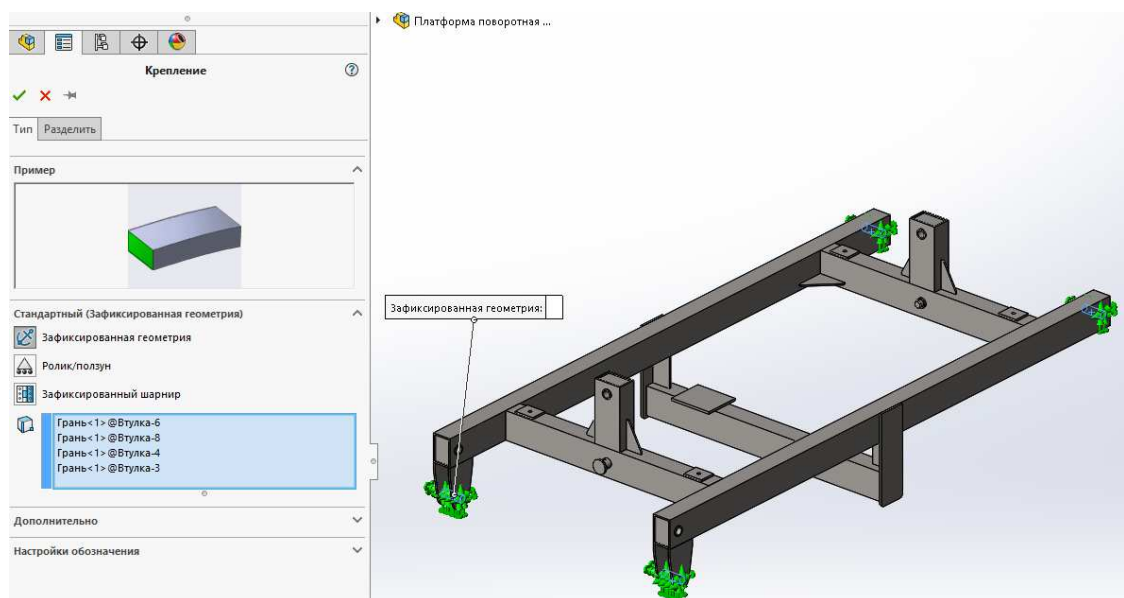


Рисунок 4.15 – Платформа нижняя. Схема закрепления

Платформа нижняя. Схема нагружения. Суммарная нагрузка 48000Н приложена к шарнирам, на которые опирается верхняя поворотная платформа.

В виду малости угла отклонения нагрузки от вертикали нагрузка приложена по вертикали (Рисунок 4.16).

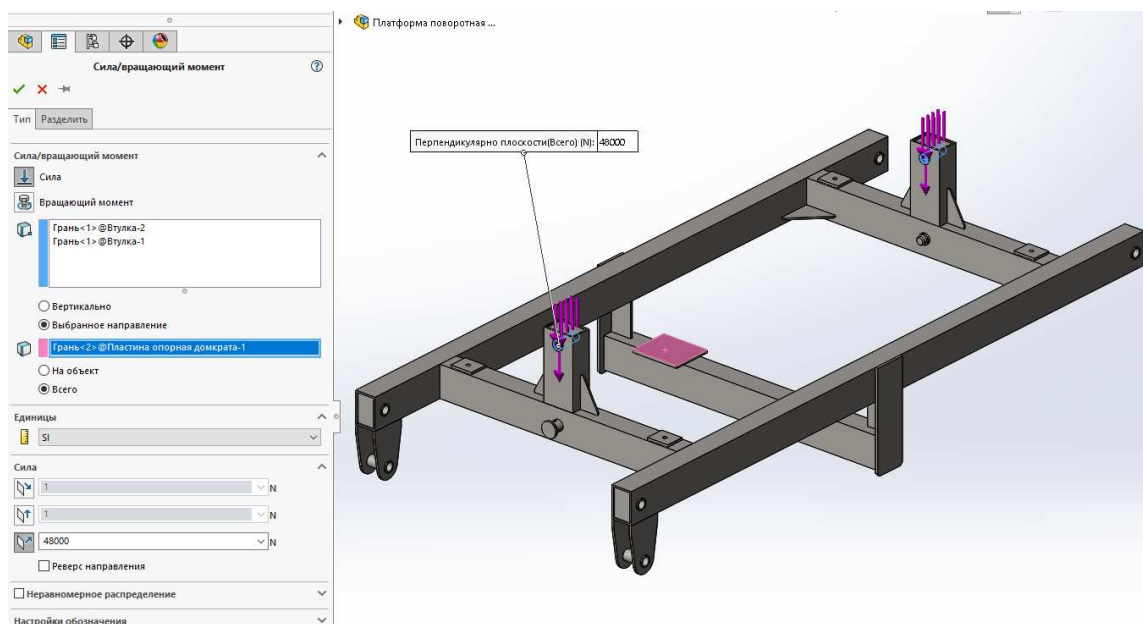


Рисунок 4.16 – Платформа нижняя. Схема нагружения

Картина напряжений и перемещения точек напряжения нижней платформы изображены на рисунках 4.17 и 4.18.

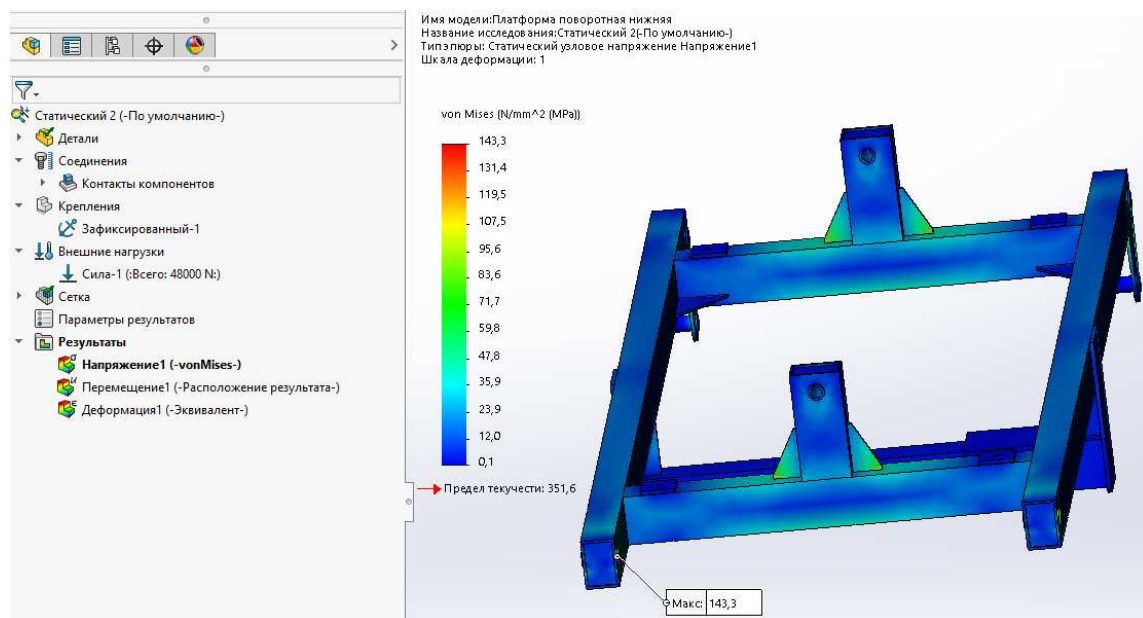


Рисунок 4.17 – Платформа нижняя. Картина напряжений

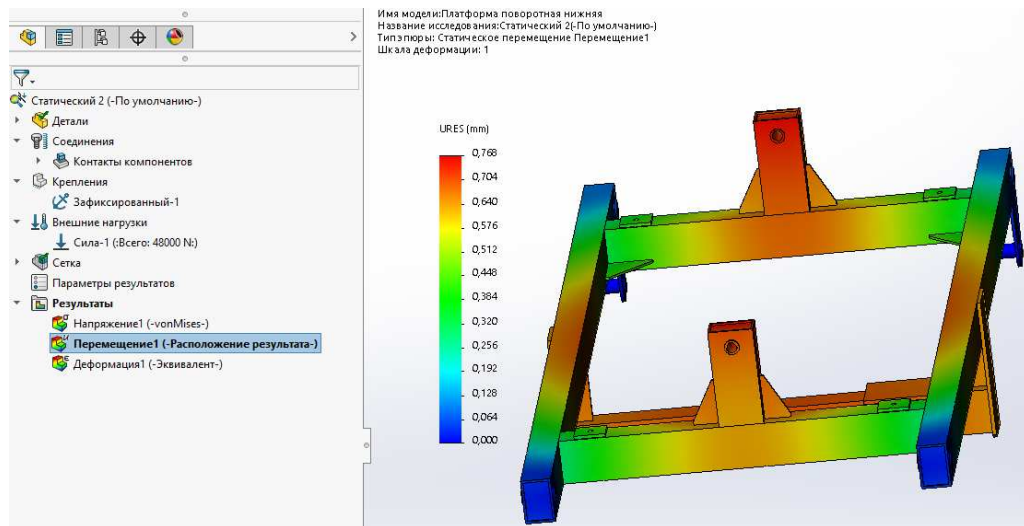


Рисунок 4.18 – Платформа нижняя. Картина перемещений точек напряжения

Схема поворотного механизма и расположенного на ней снегоболотохода, изображена на рисунке 4.19.

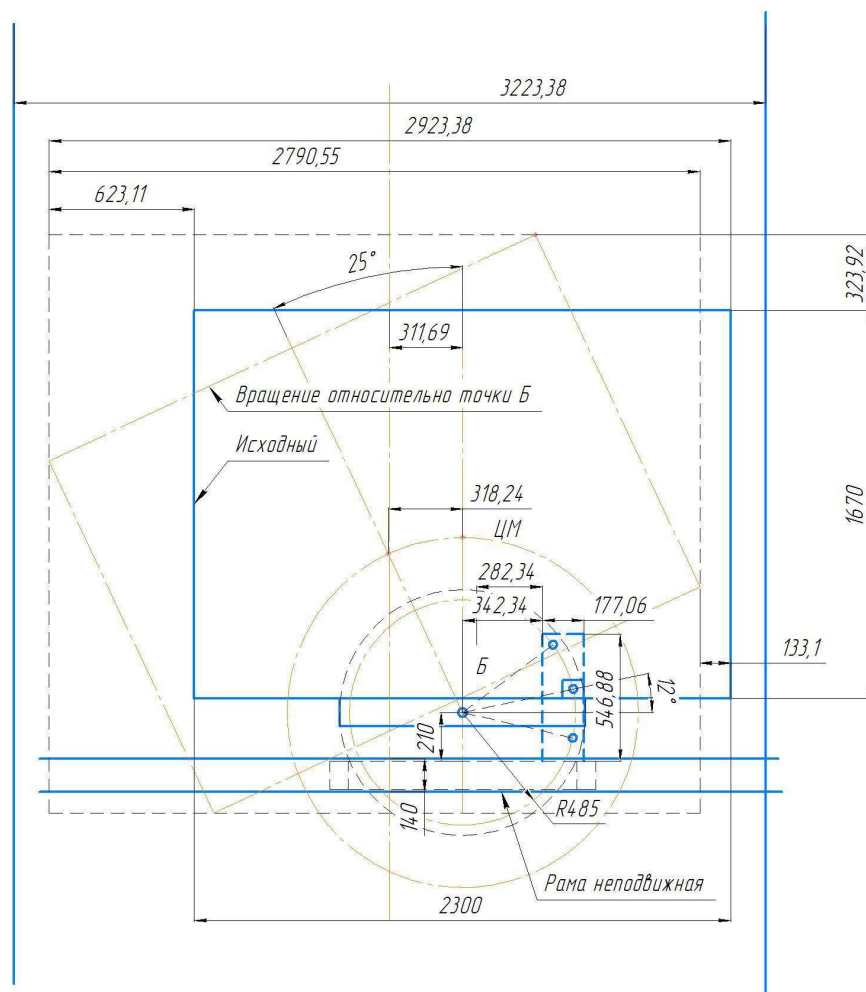


Рисунок 4.19 – Схема с установкой СБХ на платформу

Вывод: Исходя из представленных данных, можно сделать вывод о том, данная предлагаемая модель стенда теоретически рабочая, имеет перспективы развития и совершенствования. Совершенствование её заключается в модернизации нагружающего элемента, путём замены бетонного блока на гидравлический пресс.

4.1 Модернизация испытательного стенда

В процессе моделирования предлагаемого испытательного стенда, было принято решение, модернизировать нагружающий элемент путём замены люльки с бетонным блоком на гидравлический пресс. Гидравлический пресс — это простейшая гидравлическая машина, предназначенная для создания значительных сжимающих усилий. Ранее назывался «пресс Брама», так как изобретён и запатентован Джозефом Брама в 1795 году.

Принцип действия

Гидравлический пресс состоит из двух сообщающихся сосудов-цилиндров с поршнями разного диаметра. Цилиндр заполняется водой, маслом или другой подходящей жидкостью. По закону Паскаля давление в любом месте неподвижной жидкости одинаково по всем направлениям и одинаково передается по всему объёму. Силы, действующие на поршни, пропорциональны площадям этих поршней. Поэтому выигрыш в силе, создаваемый идеальным гидравлическим прессом, равен отношению площадей поршней. Такой пресс оснащён манометром, имеет усилие 20 тонн и пневматический привод (Рисунок 4.20).



Рисунок 4.20 – Пресс гидравлический SD0825

Для модернизации потребуется его верхняя часть, т.е сам пресс и пневматический привод (рисунок 4.21).

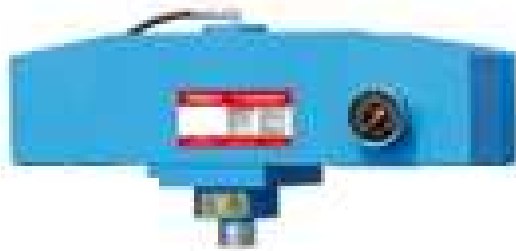


Рисунок 4.21 – Используемая часть гидравлического пресса SD0825

Шток гидроцилиндра выходит на 20см, при требуемых 13см этого более чем достаточно. Для улучшения устойчивости плиты и увеличения надёжности установки, будут использоваться данные гидроцилиндры в количестве двух штук. Также боковые стойки имеют возможность нагружающее устройство регулировать по высоте и фиксировать прочными шплинтами. Это необходимо для универсальности данной установки и установки кузовов различных габаритных размеров.

Плита нагружающего устройства останется прежних размеров 1829x762 мм, только уже без люльки с бетонным блоком. Итоговый вид предлагаемого испытательного стенда изображён на рисунке 4.22.



Рисунок 4.23– Итоговый вид испытательного стенда

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был сделан обзор и анализ методов проверки прочности крыши ТС в ходе которого было выявлено что в России отсутствует подобное оборудование и не практикуется данная методика.

В результате рассмотрения существующих в мире стендов проверки прочности крыши ТС и проведённого исследования, был смоделирован и предложен специальный стенд, позволяющий контролировать прочность кузова\кабины снегоболотоходов, а также легковых ТС. Внедрены дополнительные модули в его конструкцию.

Предложенный стенд проверки на прочность крыши ТС поможет обязательной сертификации как единичных ТС так и для запуска в серию.

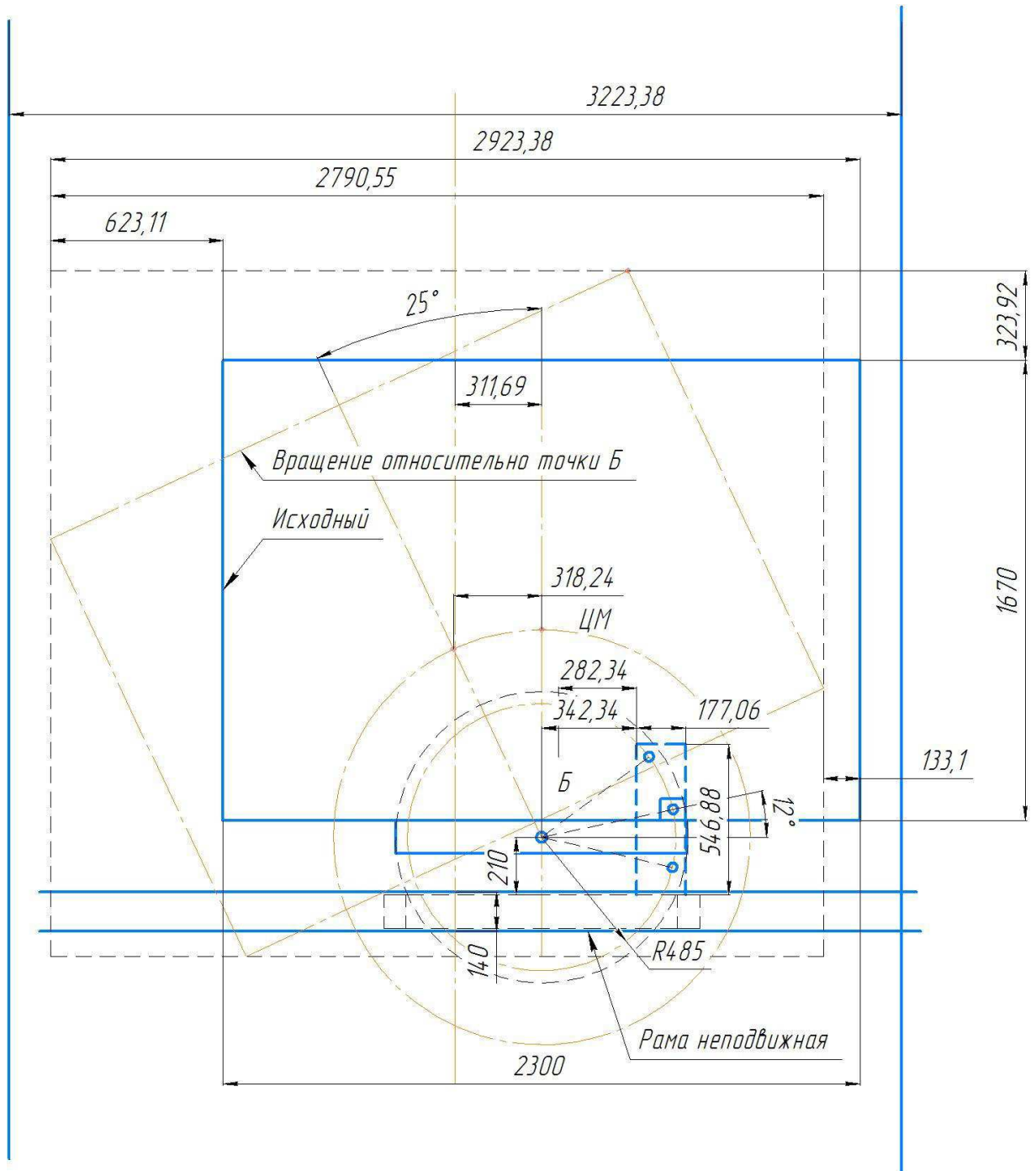
Данная установка станет более доступна, нежели уже существующие, исходя из себестоимости сборки, а также огромный ее плюс в том, что она разборна и мобильна. Пневмотический привод гидроцилиндра позволит выставить нужную силу нагружения на плиту, что повысит правильность и точность измерений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [Электронный ресурс]: Кузов автомобиля – Режим доступа: <https://techautoport.ru/nesuschaya-sistema/kuzov-i-rama/kuzov-avtomobilya.html>
2. [Электронный ресурс]: Опрокидывание, травмы внутри автомобиля – Режим доступа: https://studme.org/373594/pravo/travma_vnutri_avtomobilya
3. [Электронный ресурс]: Безопасность машин проверят прессом – Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/58259c719a7947474311ecf4>;
4. [Электронный ресурс]: Краш-тесты ИИHS: главное – крыша – Режим доступа: <https://www.infox.ru/news/106/51252-kras-testy-iihs-glavnoe-krysa>;
5. [Электронный ресурс]: Испытания прочности крыши и дверей ВИА – Режим доступа: <https://bia.ru.com/automotive/automobile-safety/roof-and-doors/>;
6. [Электронный ресурс]: ГОСТ 34065-2017 Снегоболотоходы. Технические требования и методы испытаний (с Поправкой) – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200146325>;
7. [Электронный ресурс]: SolidWorks — программный комплекс САПР – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>
8. [Электронный ресурс]: SolidWorks — Гидравлический пресс – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидравлический_пресс

ПРИЛОЖЕНИЕ А

схема с установкой СБХ на платформу

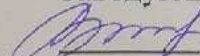


ПРИЛОЖЕНИЕ В
Презентационный материал

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин

« » 2021 г.

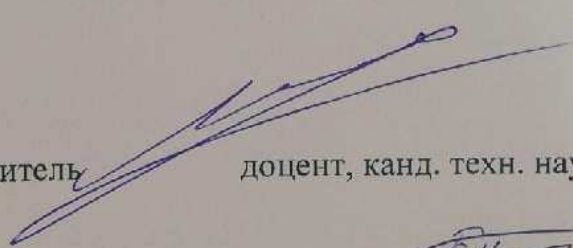
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Совершенствование методов и технических средств для оценки соответствия
ТС установленным требованиям безопасности

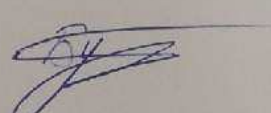
23.04.01 – «Технология транспортных процессов»

23.04.01.02 – «Оценка соответствия и экспертиза безопасности на
транспорте»


Научный руководитель

 доцент, канд. техн. наук С.В. Мальчиков

Выпускник

 А.С. Бурдз

Рецензент

 доцент кафедры ТиТМ ПИ, канд. техн. наук В.А. Зеер

Красноярск 2021