

УДК622.24

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЛАШЕЧНОГО ПРЕВЕНТОРА

Пушаев С.Н.

научный руководитель канд. техн. наук Макушкин Д.О.

Сибирский федеральный университет

В этой статье мы опишем этапы и приемы проектирования корпуса для многофункционального плашечного превентора, а конкретно его модификации МФПП-4 посредством метода конечных элементов с использованием SolidWorks Simulation [1]. Исходные данные для конструкторской задачи:

- длина корпуса 1850 мм;
- проходной канал 280 мм;
- рабочее давление 70 МПа (расчет ведем по пробному давлению, давлению опрессовки 105 МПа по ГОСТ 13862-90);
- присоединительные размеры приняты по ГОСТ 28919-81 ,
- горизонтальный канал (под расположение плашек) 150x370 мм;
- длина плашки в сборе (глухая + головная) 555 мм.

Для извлечения плашек ширина люка должна на 40 мм превышать длину глухой плашки и равняться 374 мм, высота 150 мм.

Построим трехмерную модель и проведем первичный прочностной расчет в SolidWorks Simulation. Для этого нам потребуется добавление в библиотеку нового материала линейного упругого изотропного (таблица 1).

Таблица 1

Настраиваемые параметры нового материала

Применяемое свойство	Значение
Тип материала	Линейный упругий изотропный
Модуль упругости, ГПа	215
Коэффициент Пуассона	0,29
Модуль сдвига, ГПа	79
Массовая плотность, кг/м ³	7850
Предел прочности при растяжении, МПа	930
Предел текучести, МПа	735

Для изготовления корпусов плашечных превенторов используется сталь 20ХНГ, его заменителем является сталь 20ХНЗА.

Поскольку конструкция относительно проста, специальной настройки сетки конечных элементов не требуется, поэтому оставляем стандартные значения и переходим непосредственно к определению результатов.

Предварительно назначаем значительную толщину стенок 300 мм, чтобы по результатам нагружения гарантировано получить картину напряженно-деформированную состояния модели отвечающую требованиям прочности [2] с коэффициентом запаса прочности, равного 1,1.

Заготовка в этом случае получается весьма массивной (9247 кг), однако мы видим, что в ней имеются участки с пониженными напряжениями. Осуществив выборку материала по объемам с низкими напряжениями, мы получим модель корпуса, отвечающую требованиям, предъявляемым к массе плашечного превентора.

Для расчетной модели использовалось давление 105 МПа, которое является испытательным для плашечных превенторов типоразмера 280x70 [3]. Проведем

проверочный расчет (рисунок 1) мы обнаружили, что максимальные напряжения возникают на пересечении горизонтального канала корпуса и канала для замены и проведения ТО плашек.

Для дальнейших исследований прочностные расчеты целесообразно проводить на зеркальной половине модели корпуса с использованием креплений: «упругое основание» и «симметрия» (таблица 2). Таким образом мы можем зафиксировать модель на месте расположив её на «упругом основании» на расчетных схемах обозначается синими стрелками, применив «симметрию» по поверхностям, на расчетных схемах обозначается зелеными стрелками.

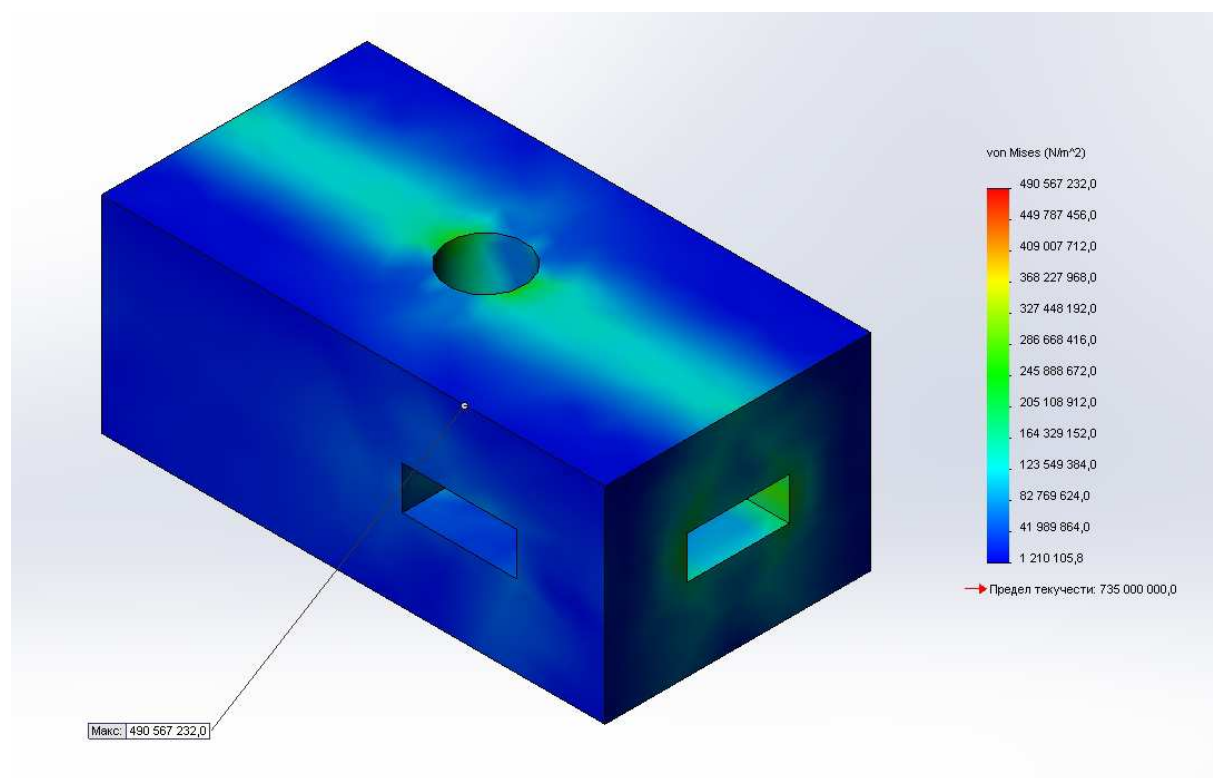


Рисунок 1 - Начальная модель корпуса МФПП-4

В ходе исследований нами было выявлено, что картина напряженно-деформированного состояния и максимальные значения напряжений могут в значительной мере зависеть от используемой расчетной схемы. Рассмотрим два варианта расчетных схем (таблица 2).

Из рассмотренных вариантов нагружения исследуемых моделей, мы видим, что вариант №1 обладает значительными напряжениями (608 МПа) в местах расположения концентраторов напряжений. В то время, как у варианта №2 максимальные напряжения почти на треть меньше (428 МПа).

Рассмотренные варианты соответствуют различным схемам уплотнения крышек люков. В первом варианте, уплотняемая поверхность расположена на внешней стороне корпуса, второй вариант предполагает обеспечения уплотнения встык с горизонтальным каналом корпуса.

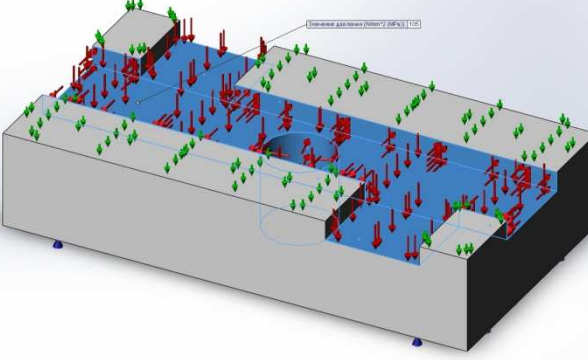
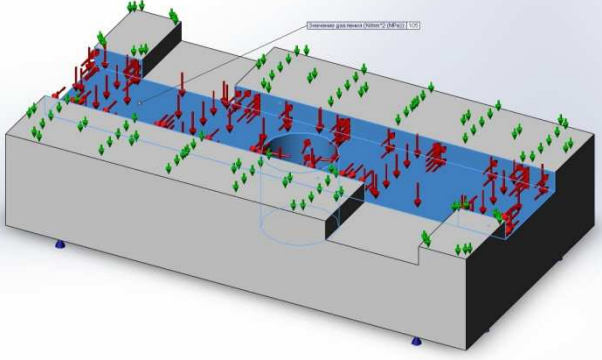
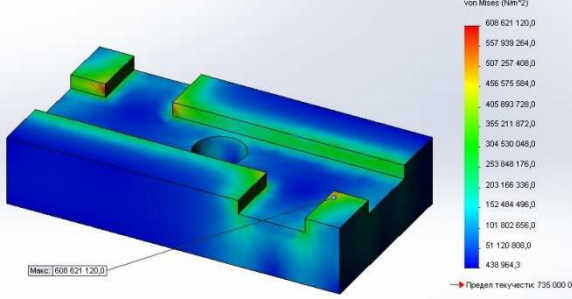
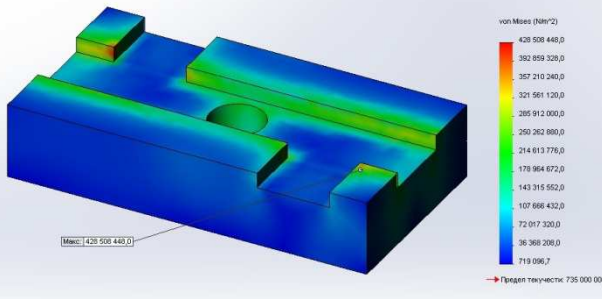
Устранение концентраторов напряжений одна из сложнейших задач проектирования сосудов давления. В большинстве случаев решением становится размещение скруглений (галтель) по местам возникновения зон пиковых напряжений.

Однако на практике известны случаи использования конструкций, в том числе и сосудов давления, имеющие концентраторы напряжений, при нормальных условиях

эксплуатации, достигающие пластических деформаций.

Таблица 2

Выбор расчетной схемы

Вариант №1	Вариант №2
	
	
<p>Максимальное напряжение: 608 МПа</p>	<p>Максимальное напряжение: 428 МПа</p>
<p>Давление действует по поверхностям: - горизонтальный канал; - вертикальный (проходной) канал; - каналы люков для проведения ТО плашек.</p>	<p>Давление действует по поверхностям: - горизонтальный канал; - вертикальный (проходной) канал.</p>

Очевидно, что ответ кроется в нормировании значений и величины пластических деформаций, поэтому применительно к нашему исследованию корпуса МФПП-4 решим проблему возникновения концентраторов напряжения посредством герметизации канала люка для быстрого доступа к плашкам у основания, чтобы исключить действия давления на боковые стенки канала люка.

Рассмотрим основные этапы проектирования корпуса (таблица 3).

На первом этапе мы преследуем основную цель - обеспечение размещения отверстий для крепежа под боковую крышки, люков и облегчаем конструкцию посредством скруглений.

На втором этапе подбираем толщины стенок выборкой материала по областям низких напряжений, в результате снижаем массу корпуса до 5868 кг.

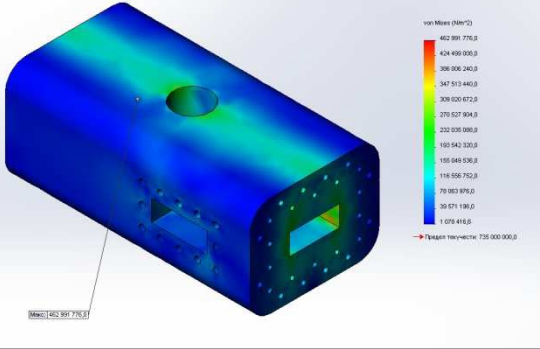
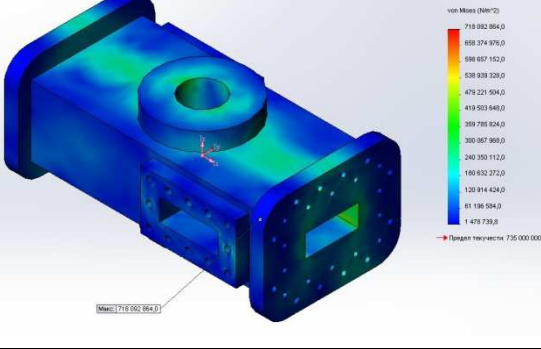
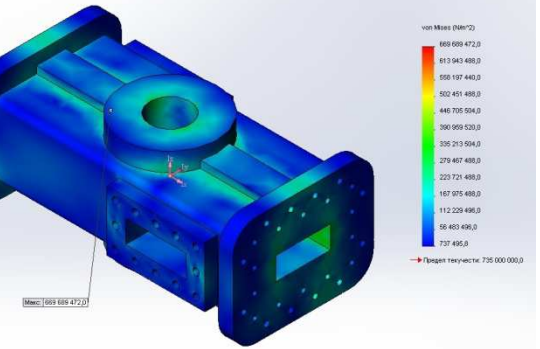
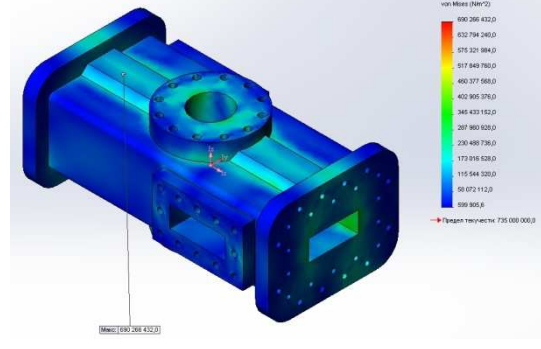
Третий этап характеризуется скруглением ребер и подбором геометрических характеристик ребер жесткости. Масса корпуса - 6008 кг.

На завершающем этапе приводим фланцевое соединение в соответствии с действующим стандартом [4] и расположение фасок на ребрах жесткости.

В результате мы получаем конструкцию отвечающую действующим стандартам [3, 4]. Тем не менее масса корпуса представляется весьма значительной и может быть оптимизирована для обеспечения равномерного напряжения от приложенных нагрузок, так как в конструкции еще имеются объемы, исключением которых мы не выйдем за пределы допустимых напряжений.

Таблица 3

Этапы решения конструкторской задачи по проектированию корпуса МФПП-4

			
1) Скругление и отверстия под крепеж крышки люка и боковой крышки		2) Выборка материала из областей низких напряжений	
Напряжения: 462 МПа	Масса: 8914 кг	Напряжения: 718 МПа	Масса: 5868
			
3) Скругление стенок и размещение ребер жесткости		4) Фаски на ребре жесткости и размещение отверстий под монтаж	
Напряжения: 669 МПа	Масса: 6008 кг	Напряжения: 690 МПа	Масса: 6039 кг

В настоящее время мы работаем над применением иного принципа проектирования в SolidWorks: использование вытянутых оснований и вырезов со смещением, вместо расположения эскизов на новообразованных поверхностях. Это позволит вносить изменения в эскизы элементов и редактировать определение большинства вырезов и вытянутых оснований для более тонкой подборки толщин стенок. Тонкая подборка геометрических размеров элементов позволит максимально уменьшить массу конечной модели.

Библиографический список:

1. Пушаев С.Н., Макушкин Д.О. Патент на изобретение №2411345. Плащечный превентор. Опубликовано 10.02.2011. Бюл.№4
2. В.Г. Колчерин, И.В. Колесников, В.Г. Кирилюк, И.В. Антонов / Противовыбросовое оборудование: справочное пособие/ изд. 2-е испр. и доп. – Волгоград: Панорама, 2009. – 164 с.
3. ГОСТ 13862-90 «Противовыбросовое оборудование. Типовые схемы, основные параметры и технические требования к конструкции».
4. ГОСТ 28919-91 «Фланцевые соединения устьевого оборудования. Типы, основные параметры и размеры»