

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2021.2-50.32-38>

УДК 614.839::628.924::519.63

канд. техн. наук, доц. Миканович А.С., Алиев К.С.

**Разработка модели легкобрасываемой конструкции
в программном комплексе ANSYS**

*Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск*

На примере стеклопакета изучен порядок моделирования легкобрасываемых конструкций в программном комплексе ANSYS Workbench.

Ключевые слова: легкобрасываемая конструкция, дефлаграционное сгорание, моделирование в ANSYS Workbench

Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof. A.S. Mikanovich, K.S. Aliev

Development of a model of an easily resettable structure in the ANSYS software package

*The state educational establishment «University of civil protection
of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus», Minsk*

On the example of a double-glazed unit, the procedure for modeling easily resettable structures in the ANSYS Workbench software package was studied.

Keywords: easily resettable structure, deflagration combustion, ANSYS Workbench simulation

Взрыв является одной из наиболее опасных аварий, приводящих к чрезвычайной ситуации. Взрывозащита производственных и складских помещений и зданий на стадии проектирования решается комплексным применением различных объемно-планировочных, технологических и конструктивных решений.

Для защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов взрыва должен быть предусмотрен комплекс мероприятий по противовзрывной защите, одним из конструктивных решений которого является устройство легкобрасываемых конструкций (далее – ЛСК). На сегодняшний день в качестве ЛСК допускается использовать только

одинарное остекление, имеющее параметры не менее указанных в [1]. Любые иные технические решения, планируемые к использованию в качестве ЛСК, должны подтвердить возможность их применения испытаниями по [2]. С целью минимизации затрат на проведение испытаний после достаточной наработки экспериментальной базы для моделирования поведения ЛСК при дефлаграционном сгорании в замкнутом объеме может быть использован программный продукт ANSYS Workbench.

Рассмотрим процесс разработки модели оконного блока со стеклопакетом, предлагаемого к использованию в качестве ЛСК.

Для моделирования конструкции в программном комплексе ANSYS необходимо выполнить ряд операций.

В открытой программе в панели инструментов развернуть компоненты во вкладке «Component systems». Далее выбрать вкладку геометрической модели и перетянуть ее на рабочее поле, предварительно задав имя данной модели. После чего перейти в режим моделирования геометрической модели «Geometry», щелкнув правой кнопкой мыши на второй строчке с наименованием «Geometry» компонента «Geometry» и выбрав комплекс моделирования «DesignModeler».

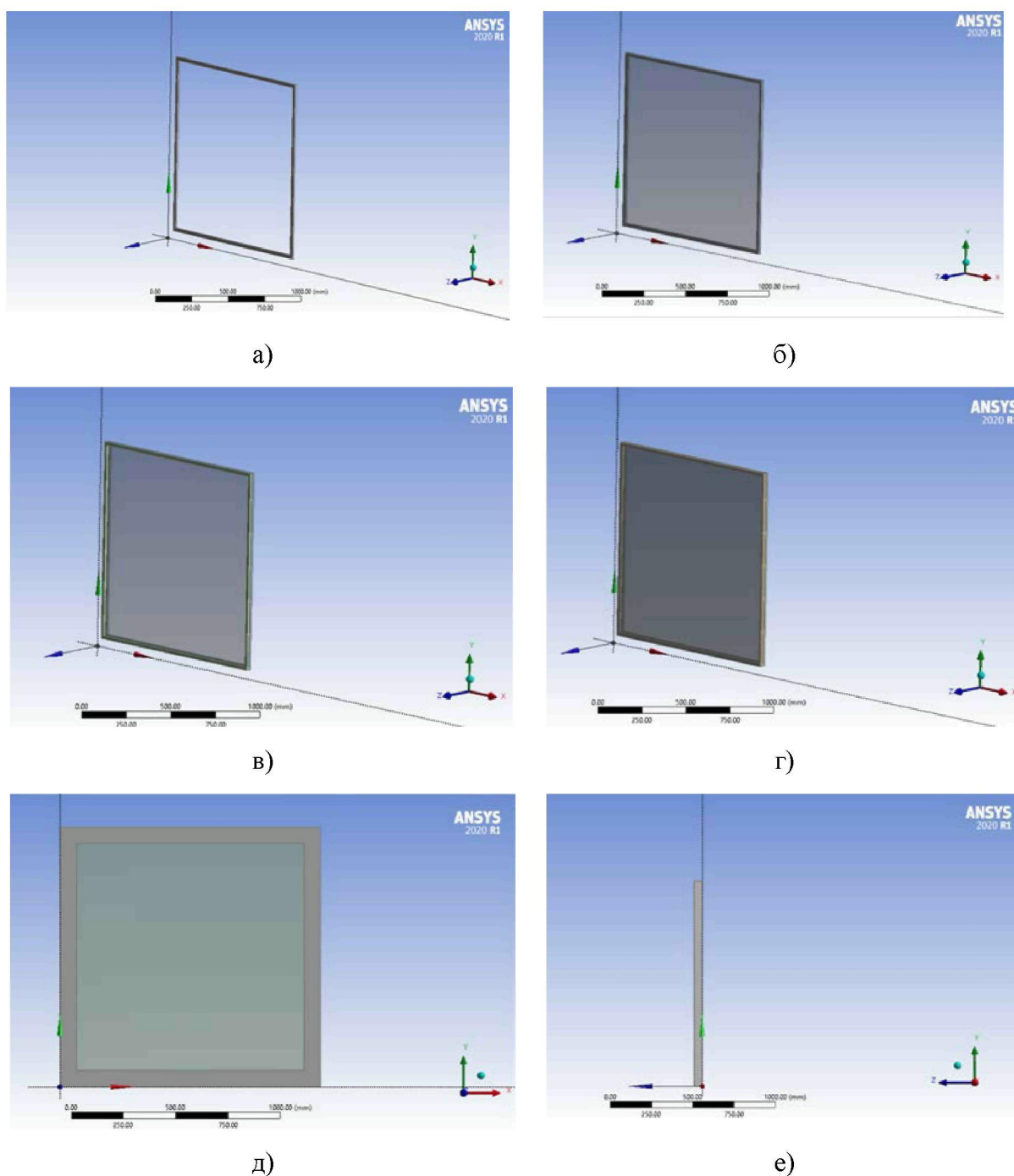
На панели инструментов выбрать оси XY для моделирования профиля на вкладке «XYplane», нажать один раз на вкладку «XYplane», после чего нажать на панели инструментов кнопку «New plane». Для предотвращения ошибочных действий с элементами рекомендуется переименовать данную плоскость названием моделируемого элемента конструкции латинскими буквами, нажать кнопку «Generate». Далее один раз нажать правой кнопкой мыши на данную плоскость, выбрать параметр «Look at» и нажать на панели инструментов вкладку «Sketching», там выбрать вкладку «Draw».

Приступить к непосредственному моделированию элементов конструкции при помощи инстру-

ментов рисования вкладки «Draw». Рекомендуется рисовать элемент конструкции с использованием элемента рисования «Прямоугольник». Для этого необходимо выбрать вкладку «Rectangle». Начиная с координаты (0;0) нарисовать прямоугольник, в центре этого прямоугольника нарисовать такой же прямоугольник меньшего размера. После этого выбрать на панели инструментов вкладку «Dimensions», где выбрать вкладку «Horizontal» для задания горизонтальных размеров на модели и выбрать две линии модели, между которыми необходимо задать размер. Таким же образом с использованием вкладки «Vertical» задать вертикальные размеры.

Далее снова необходимо перейти на вкладку «Modelling» на панели инструментов, развернуть вкладку с наименованием плоскости (пример – element1), выбрать компонент «Sketch» и вытянуть, нажимая кнопку «Extrude», после чего на панели инструментов в поле «Depth» указать длину, на которую необходимо вытянуть профиль, а также в поле «Operations» выбрать «Add frozen» после чего нажать кнопку «Generate».

Таким же образом производится построение геометрической модели остальных элементов конструкции (рама, штапик, дистанционная рамка, стекло), как показано на рисунке 1.



а) общий вид оконной рамы; б) общий вид стекол с дистанционной рамкой; в) общий вид рамы, стекла и дистанционной рамки; г) общий вид конструкции в трех осях; д) общий вид конструкции «XYplane»; е) общий вид конструкции «YZ plane»

Рисунок 1. – Построение геометрической модели конструкции

После построения геометрической модели необходимо сохранить изменения и выйти из комплекса моделирования.

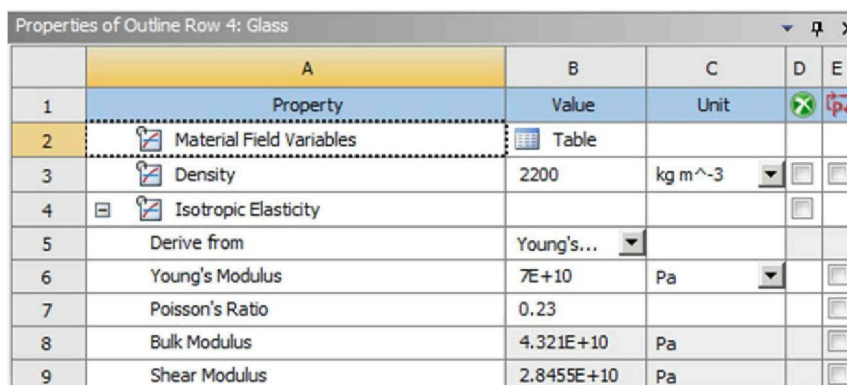
Затем на панели инструментов ANSYS выбрать вкладку «LS-DYNA» и перетянуть ее на ра-

бочее поле. Далее необходимо «привязать» данный компонент к геометрической модели. Для этого необходимо нажать левой кнопкой мыши на рабочую строку компонента геометрической модели и перетянуть

в компонент «LS-DYNA» в строчку «Geometry».

Далее в компоненте «LS-DYNA» открыть вкладку «Engineering data», куда необходимо из имеющейся в комплексе библиотеке выбрать характеристики используемых материалов. После того, как все характеристики заданы, закрыть вкладку «Engineering data».

Теперь в компоненте «LS-DYNA» открыть вкладку «Model». В появившейся панели инструментов открыть вкладку «Geometry», поочередно выбирать тела «Solid» и в раскрывшемся окне параметров в строке «Assignment» выбирать материал, соответствующий выбранному телу. В качестве примера на рисунке 2 приведены свойства стекла ЛСК.



	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	2200	kg m ⁻³		
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's...			
6	Young's Modulus	7E+10	Pa		
7	Poisson's Ratio	0.23			
8	Bulk Modulus	4.321E+10	Pa		
9	Shear Modulus	2.8455E+10	Pa		

Рисунок 2. – Указание свойств стекла

Далее необходимо смоделировать сетку, которая делит тела на единицы объема при моделировании прогиба. Для этого необходимо выбрать вкладку «Mesh», в строке «Physics preference» выбрать «Explicit». После этого на вкладке «Mesh control» выбрать «Sizing», выбрать тела и в строке «Geometry» нажать кнопку «Apply», в строке «Element size» выбрать размер ячейки. При разных размерах ячеек тел – для тел с другим размером ячейки повторить операцию, после чего нажать кнопку «Update». В результате данной операции конструкция для моделирования конструкции для моделирования будет разбита на объемные ячейки предварительно заданного размера.

После создания сетки необходимо задать условия воздействия

давлением. Для этого необходимо правой кнопкой мыши нажать вкладку «Workbench LS-DYNA», в появившемся окне выбрать вкладку «Insert», а в появившемся списке выбрать компоненты «Fixed support», «Pressure», «Section». Для того, чтобы задать воздействие давлением необходимо выбрать компонент «Pressure». В данном компоненте в строке «Geometry» выбрать поверхности, которые будут подвержены воздействию давлением. В строке «Define by» выбрать параметр «Normal to», а в строке «Magnitude» выбрать параметр «Tabular data». В окне справа выбрать вкладку «Tabular data» и в появившейся таблице задать зависимость избыточного давления от времени (рисунок 3).

Tabular Data		
	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> Stress Probe 2 (Maximum Principal) [Pa]
1	0.	0.
2	2.8e-002	3.6613e+007

Рисунок 3. – Зависимость избыточного давления от времени

Далее необходимо выбрать вкладку «Fixed support» и в строке «Geometry» выбрать ребра конструкции, относительно которых

необходимо замоделировать прогиб от воздействия давления на поверхность конструкции (рисунок 4).

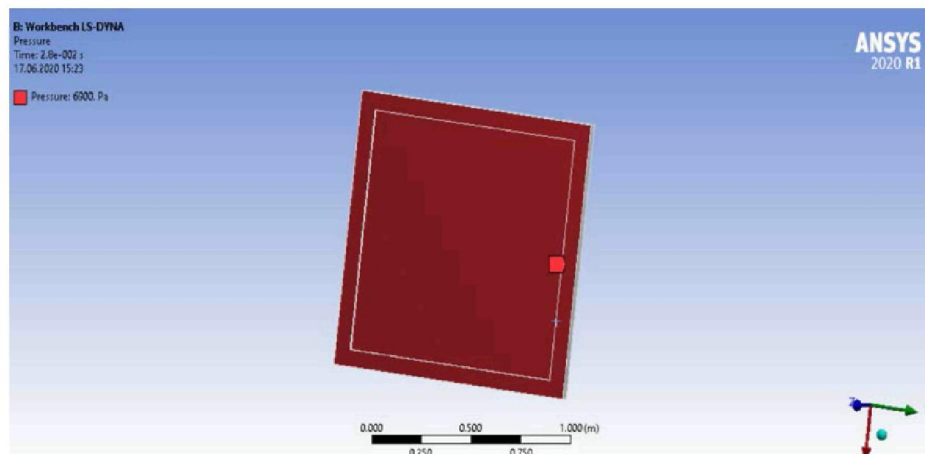


Рисунок 4. – Внутренние ребра конструкции

Затем выбирается компонент «Section», где в строке «Geometry» указываются все компоненты,

а потом нажимается кнопка «Apply» (рисунок 5).

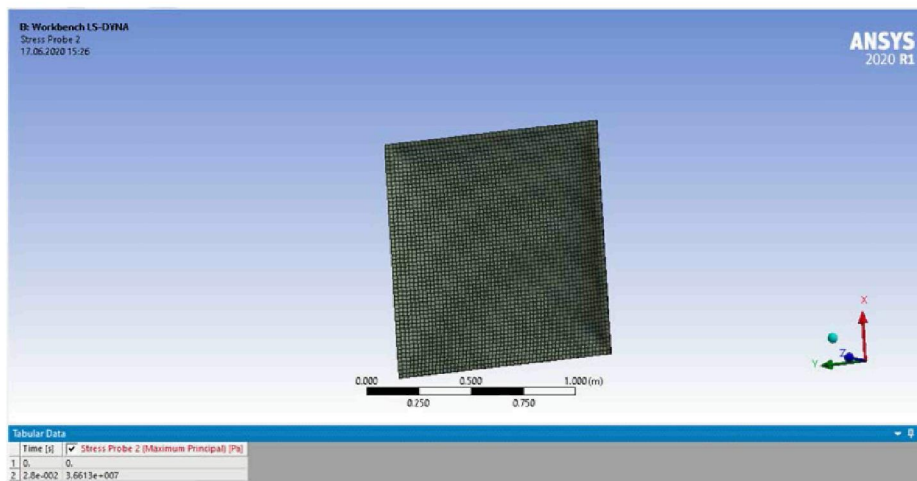


Рисунок 5. – Модель сетки, которая делит тело на единицы объема при моделировании прогиба

Затем задаются условия моделирования. Для этого необходимо выбрать компоненты «Analysis set-

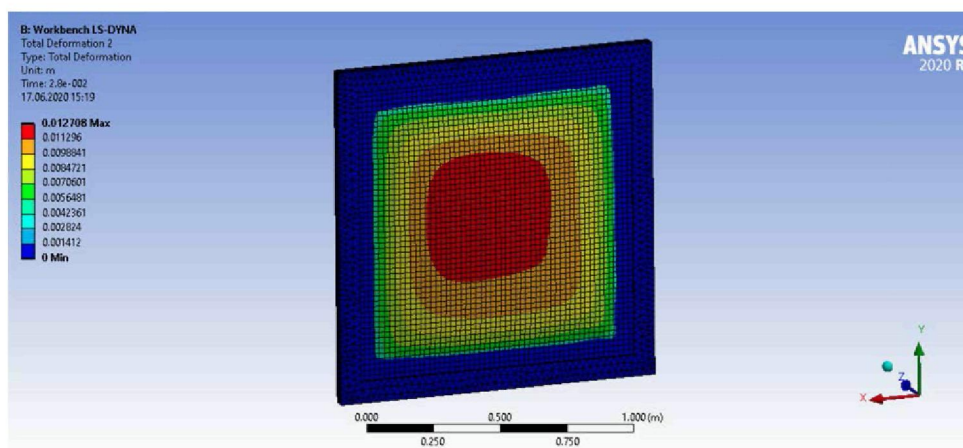
tings». В строке «End time» необходимо задать конечную временную точку моделирования. В строке

«Solver precision» выбрать параметр «Double». В строке «Unit system» выбрать параметр «mks». Теперь необходимо правой кнопкой нажать на компонент «Solution», где выбрать вкладку «Insert», а в появившемся списке выбрать компоненты «Total deformation» и «Stress probe». После чего выбрать компоненты «Total deformation» и в строке «Geometry» при помощи объемного выделения выбрать внутреннюю стеклянную пластину, а во втором компоненте «Total deformation» – внеш-

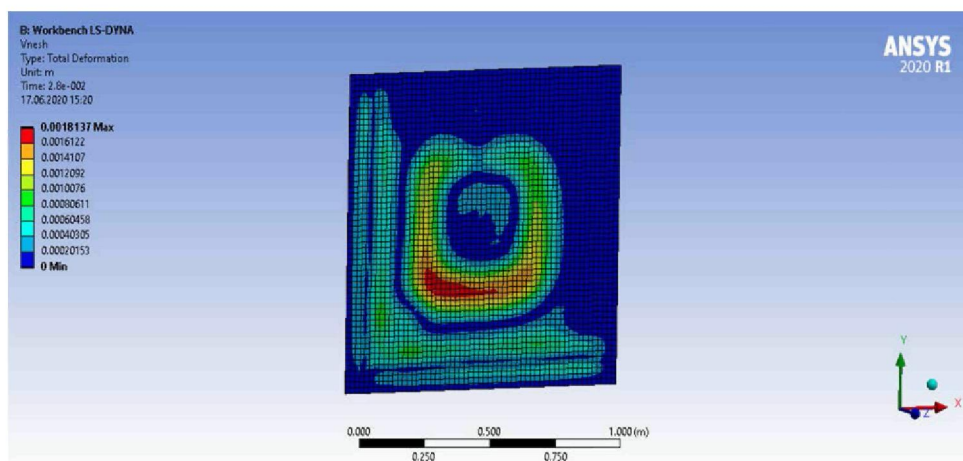
нюю. Аналогичную операцию произвести с компонентом «Stress probe». Рекомендуется переименовывать данные компоненты «Solution» согласно выбранным элементам.

После нажатия кнопки «Solve» программный комплекс смоделирует прогиб конструкции при воздействии на нее давлением.

Общий вид расчетных конечно-элементных моделей ЛСК представлен на рисунке 6.



а)



б)

а) внутренняя стеклянная пластина (со стороны приложения нагрузки) с обозначением стрелы прогиба стеклопакета; б) внешняя стеклянная пластина (со стороны приложения нагрузки) с обозначением стрелы прогиба стеклопакета

Рисунок 6. – Общий вид расчетных конечно-элементных моделей легкобрасываемой конструкции

Выводы

В результате изучения программного средства ANSYS Workbench определен порядок построения расчетных конечно-элементных моделей на примере ЛСК в виде стеклопакета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : СН 2.02.05-2020 // СтройДОК Online / РУП «Стройтехнорм». – Режим доступа: <https://normy.by/ips.php>. – Дата доступа: 03.09.2021.

2. Конструкции легкобрасываемые. Метод определения избыточного давления вскрытия [Электронный ресурс] : Государственный стандарт Республики Беларусь, СТБ 1762–2007. – Введ. 01.01.2008 // Стройдок Online. – Минск, 2020.

REFERENCES

1. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij [Elektronnyj resurs] : SN 2.02.05-2020 // StrojDOK Online / RUP «Strojtekhnorm». – Rezhim dostupa: <https://normy.by/ips.php>. – Data dostupa: 03.09.2021.

2. Konstrukcii legkosbrasyvaemye. Metod opredeleniya izbytoch-nogo davleniya vskrytiya [Elektron-nyj resurs] : Gosudarstvennyj standart Respubliki Belarus', STB 1762–2007. – Vved. 01.01.2008 // Strojdok Online. – Minsk, 2020.

