

Алтайский государственный технический университет
им И.И Ползунова

Факультет Специальных Технологий

Кафедра современных специальных материалов

ТЕМА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА И РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ
СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ**

Автор ВКР Сысоева Галина Дмитриевна

группа МиТМ-51

Руководитель ВКР Морозов Сергей Валерьевич

директор, к.т.н, доцент

2019 г
Барнаул

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Цель работы: проектирование материала и технологии изготовления декоративных сэндвич-панелей.

Задачи:

- 1) подобрать компонентный состав материала для изготовления панели;
- 2) разработать технологический процесс изготовления сэндвич-панели;
- 3) спроектировать и испытать модель сэндвич-панели в программе Solid Works.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕКОРАТИВНЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЯХ

Сэндвич-панель – строительный материал, имеющий трёхслойную структуру, состоящую из двух листов жёсткого материала и слоя утеплителя между ними.

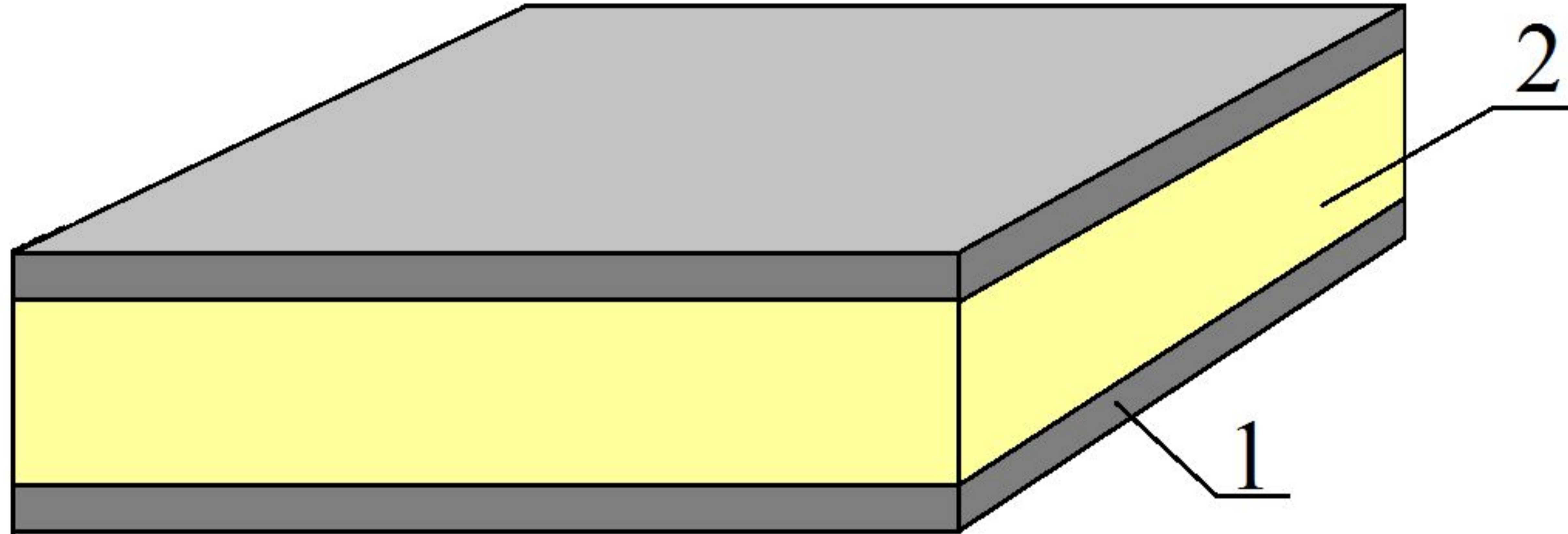


Схема Сэндвич-панели: 1 – лицевые отделочные панели; 2 – утеплитель

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАТЕРИАЛУ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Декоративная сэндвич-панель должна соответствовать следующим требованиям: небольшой вес; низкий уровень теплопроводности; устойчивость к низким и высоким температурам; высокую прочность на растяжение и сжатие; способность к самозатуханию; почти нулевое влагопоглощение.

В связи с этим к материалу панели предъявляют следующие требования:

- 1) плотность не более 8000 кг/м^3 ;
- 2) предел прочности на растяжение не менее 8 МПа;
- 3) предел прочности при изгибе не менее 100 МПа.

К материалу утеплителя:

- 1) плотность не более 120 кг/м^3 ;
- 2) предел прочности на растяжение не менее 0,1 МПа;
- 3) предел прочности на сжатии не менее 0,06 МПа;
- 4) теплопроводность не более $0,046 \text{ Вт/(м}\cdot\text{С)}$.

					ПЗ.22.03.01.19.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Савосов Г.Д.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Голованова Е.А.					4	
Н.контр.					Требования, предъявляемые к сэндвич-панели		
Утверд.					ФСТ, гр.МиТМ-51		

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Механические свойства конструкционных материалов панели

Материал	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при растяжение, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа
Низкоуглеродистая сталь	8000	1096	480
Гипсокартон	2300	-	-
Поливинилхлорид	1340	70	120
Полистирол	1040	30	104
Полипропилен	946	40	50

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Физико-механические свойства утеплителя

Материал	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел прочности при сжатии, МПа	Группа горючести	Водопоглощение за 24 часа, % по массе
Минеральная вата	140	0,05	0,1	0,002	НГ	1,9
Пенополиуретан	41	0,022	0,12	0,45	Г2	1,6
Пенополистирол	25	0,042	55	0,06	Г4	2
Стекловолокно	130	0,043	460	—	НГ	1,7
Полипропилен	946	0,24	40	59	Г4	0,1

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАНЕЛИ

Марки и физико-механические свойства поливинилхлорида

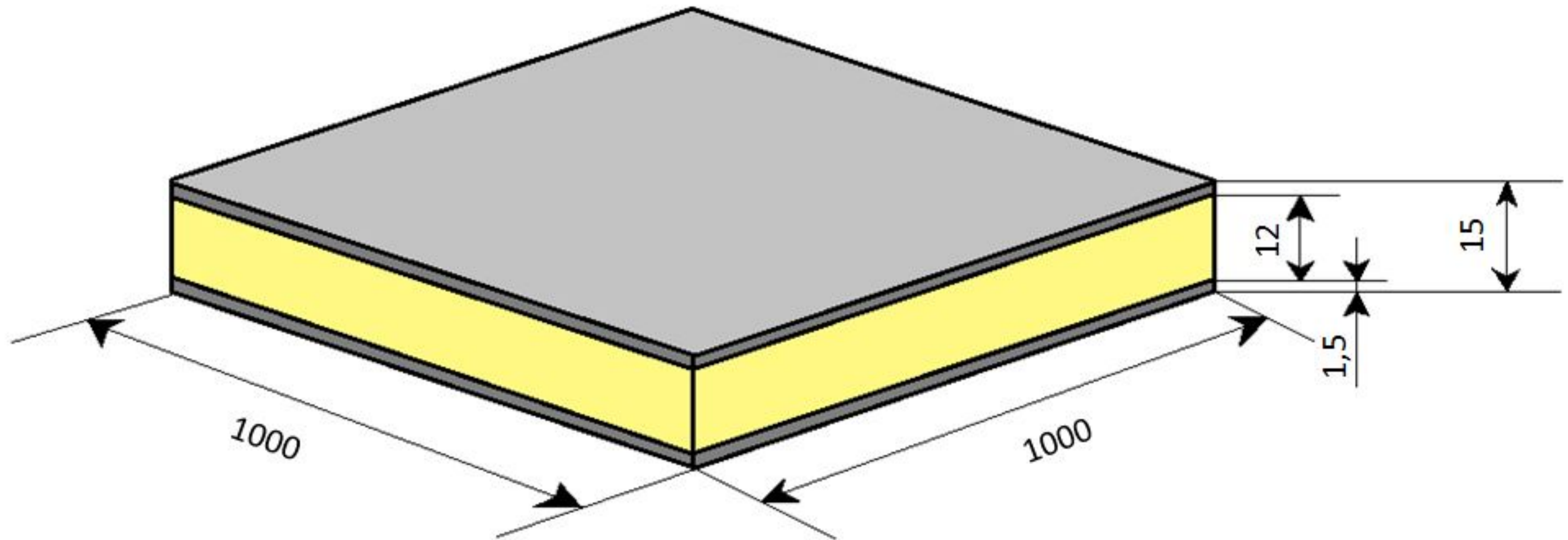
Марка	Насыпная плотность, кг/м ³	Предел прочности при растяжении, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа
ПВХ-Е-5450-Ж	580	55	105
ПВХ-Е-5850-Ж	540	50	98
ПВХ-Е-6250-Ж	500	45	95
ПВХ-Е-7050-М	500	40	85
ПВХ-С-5868-Ж	500	60	120
ПВХ-С-6370-Ж	550	55	100
ПВХ-С-6388-Ж	600	60	110
ПВХ-С-6346-М	450	45	100
ПВХ-С-8939-М	400	45	90

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УТЕПЛИТЕЛЯ

Марки и механические свойства пенополиуретана

Марка	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/(м*С)	Предел прочности при сжатию, кПа	Предел прочности при разрыве, кПа	Относительное удлинение при разрыве, %
EL8070	80	0,041	2,0	100	100
EL6065	60	0,035	1,0	100	100
EL4050	40	0,029	0,7	100	100
EL3235	32	0,023	0,6	95	95
ПУ-101	100	0,031	1,9	100	100
ПУ-101Т	150	0,033	3,5	100	100
ППУ-3С	50	0,028	0,2	100	100
ППУ-304Н	30	0,023	0,5	95	95

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ



Состав смеси для изготовления панели из поливинилхлорида

Название компонентов	Соотношение по массе
ПВХ	100
Светопоглощающие красители	10
Стабилизатор	5.4
Модификатор	6.5

Состав смеси для напыления пенополиуретана

Название компонентов	Соотношение по массе
полиол	100
изоцианат	105

СВОЙСТВА СПРОЕКТИРОВАННОЙ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ

Физико-механические характеристики спроектированной сэндвич-панели

Параметр	Значение	
	Требуемые	Полученные
Масса панели/ утеплителя/ общая, кг	—	2,01/ 0,36/ 2,37
Плотность панели/ утеплителя, кг/м ³	8000/ 120	1340/ 30
Предел прочности при растяжение панели, МПа	8	70
Предел прочности при изгибе панели, МПа	100	0,12
Предел прочности при растяжение утеплителя, МПа	0,1	70
Предел прочности при сжатии утеплителя, МПа	0,06	0,45
Теплопроводность утеплителя, Вт/(м·К)	Не более 0,046	0,023
Группа горючести	—	Г1
Водопоглощение за 24 часа, % по массе	—	1,6

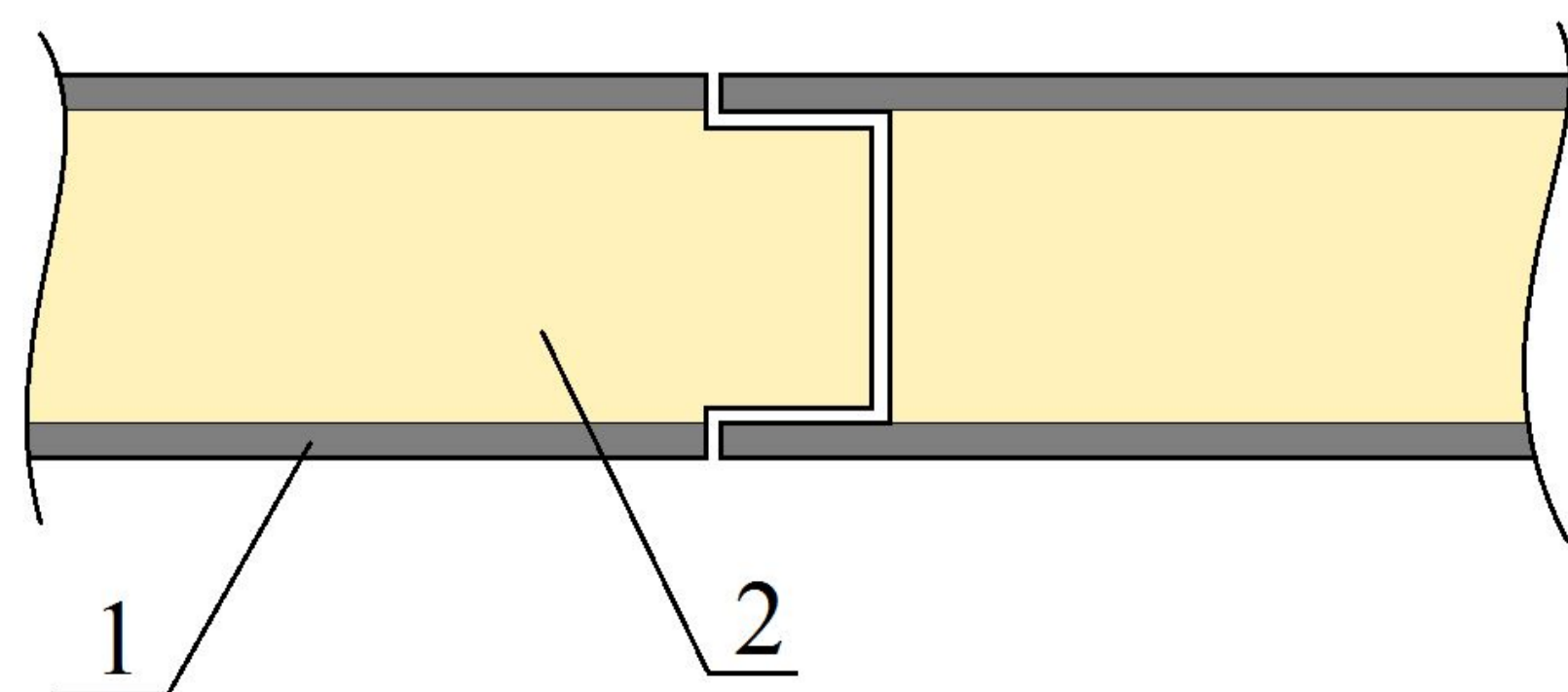
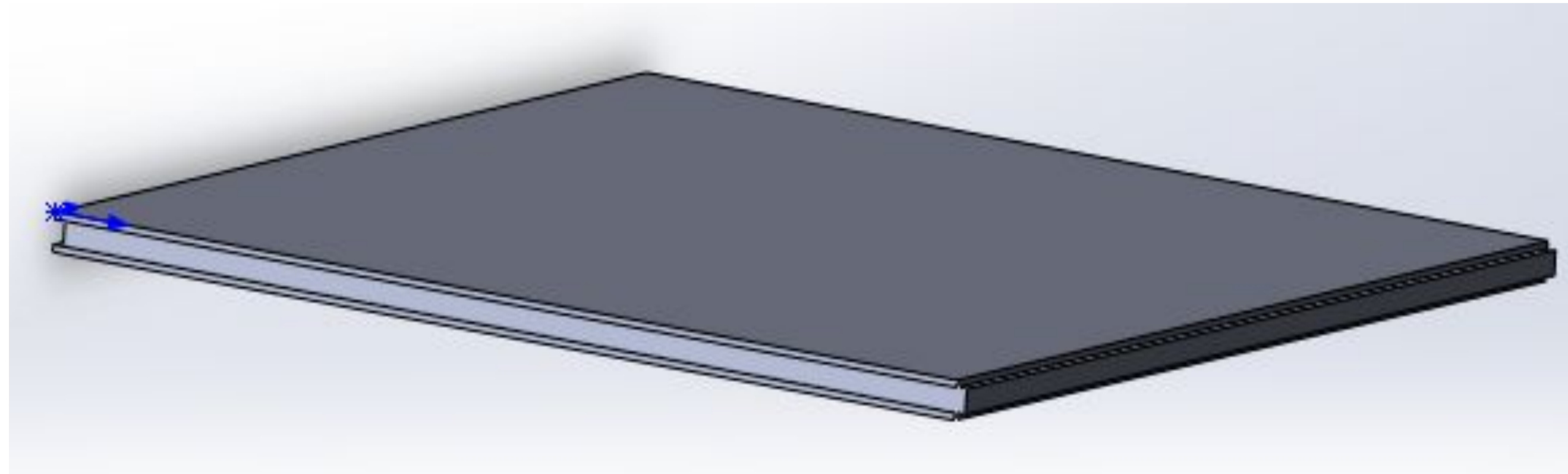


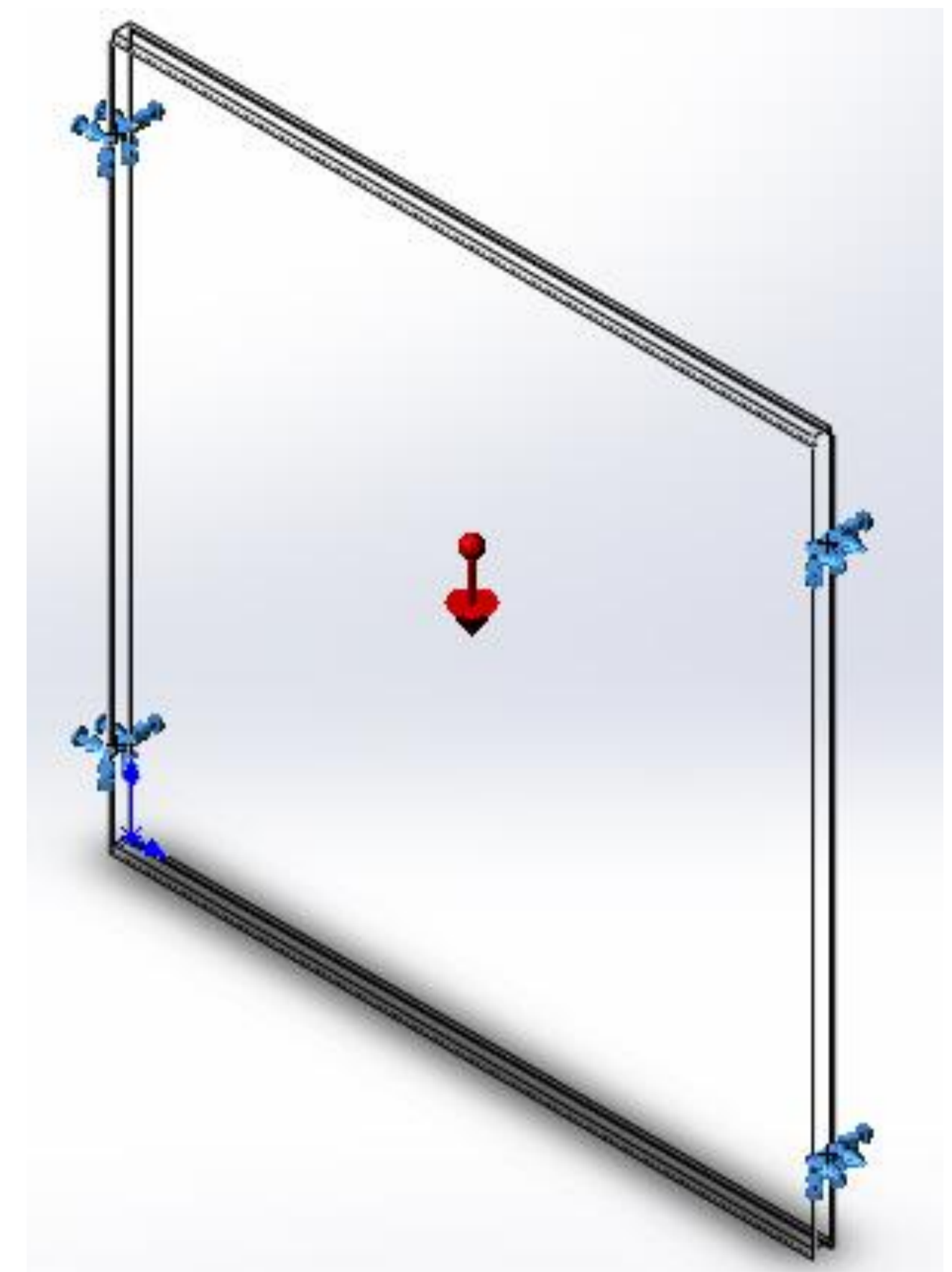
Схема структуры материала и соединения сэндвич-панели

1 – жесткий ПВХ, 2 – ППУ

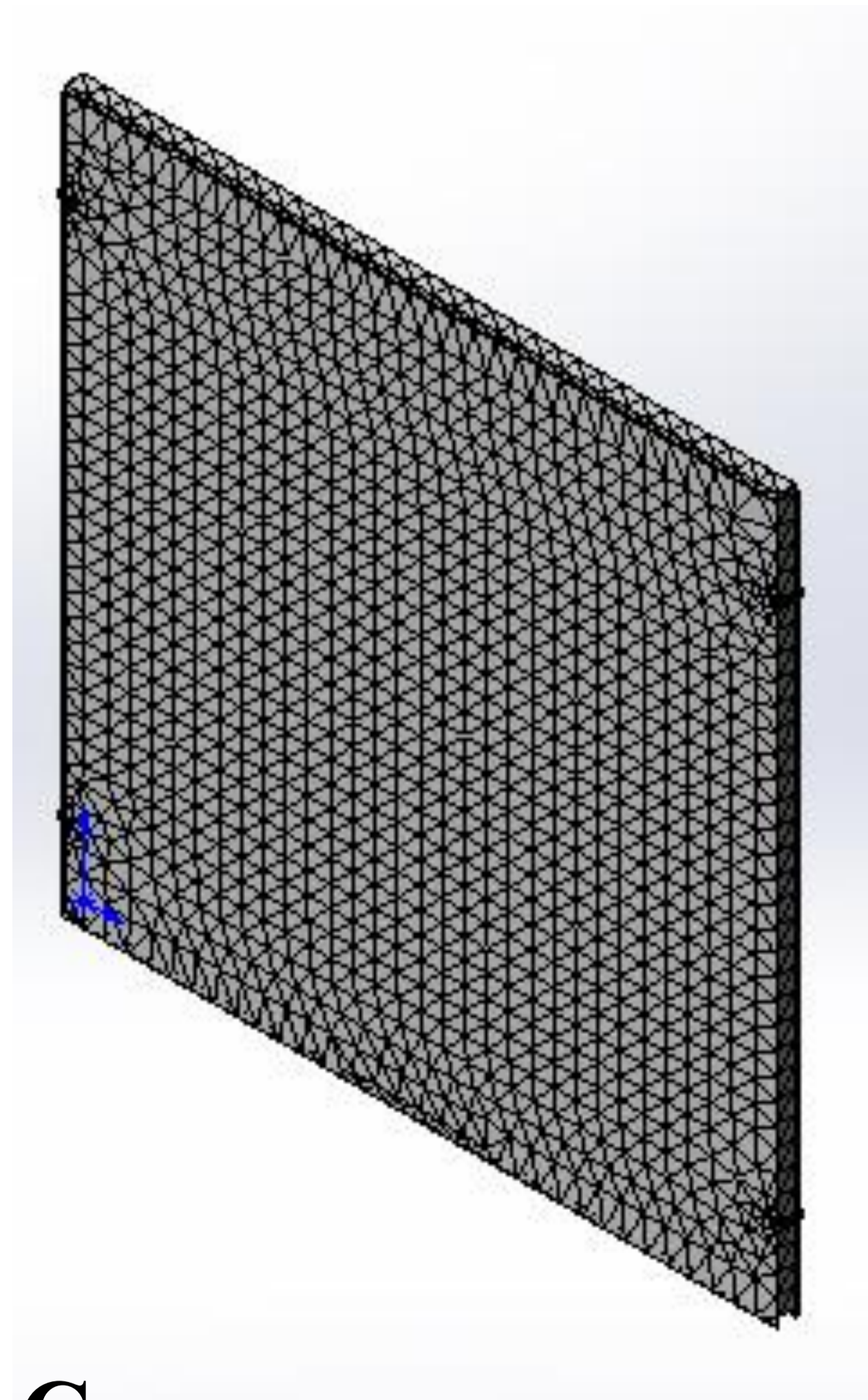
ВИРТУАЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕКОРАТИВНОЙ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ



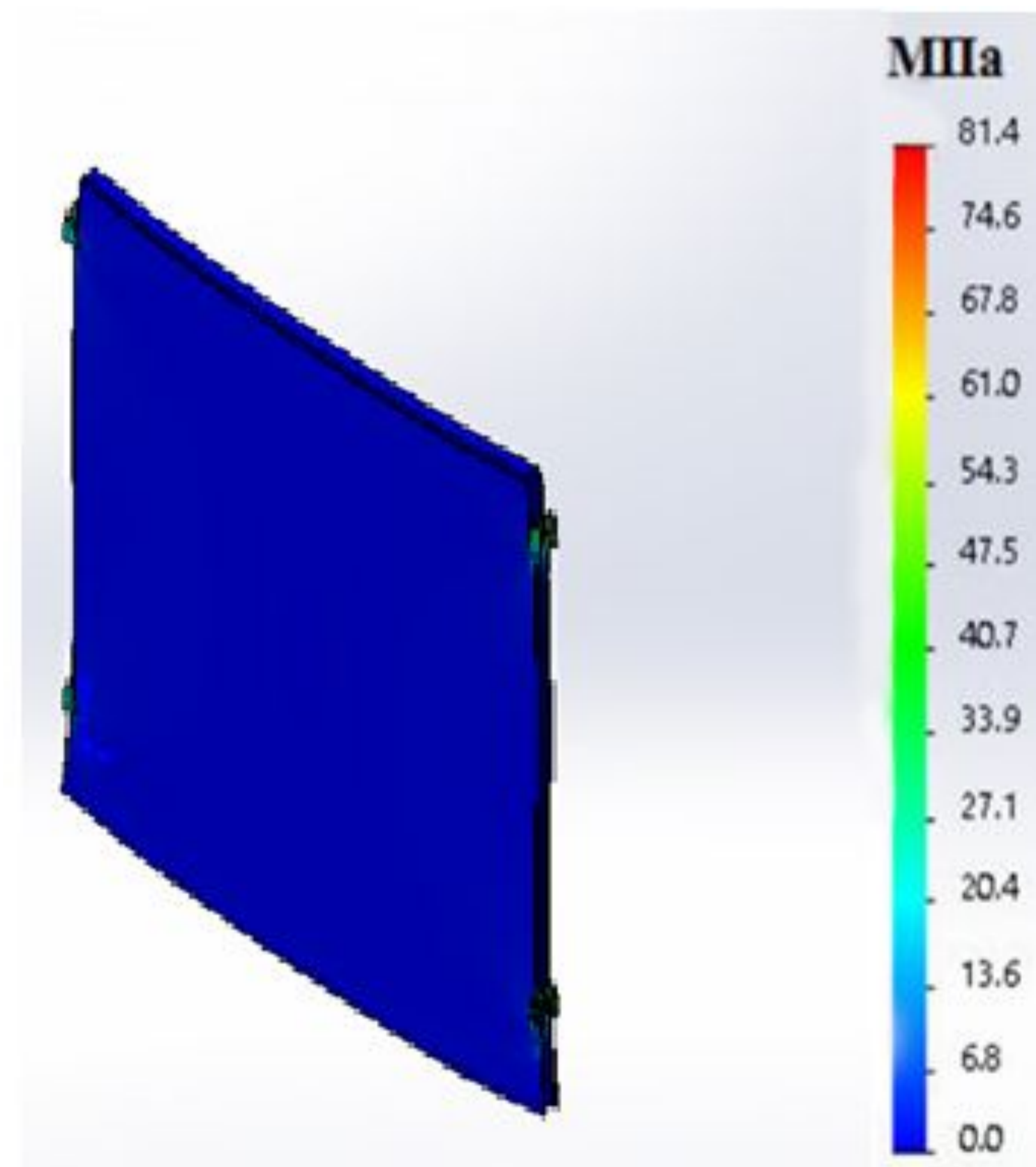
Построение модели сэндвич-панели



Закрепление и добавление нагрузки



Создание сетки конечных элементов



Распределение напряжений

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

1 В ходе выполнения выпускной квалификационной работы основными критериями выбора материала для изготовления отделочной панели являются: плотность не более 8000 кг/м^3 ; предел прочности на растяжение не менее 8 МПа ; предел прочности при изгибе не менее 100 МПа .

Основными критериями выбора материала утеплителя являются: плотность не более 120 кг/м^3 ; предел прочности на растяжение не менее $0,1 \text{ МПа}$; предел прочности на сжатии не менее $0,06 \text{ МПа}$; теплопроводность не более $0,046 \text{ Вт/(м}\cdot\text{С)}$.

2 Из рассмотренных материалов для производства сэндвич-панели наиболее подходящими являются, панели из поливинилхлорида. В качестве утеплителя к этим панелям предлагается использование пенополиуретана.

Из рассмотренных методов производства панелей, был выбран метод экструзии. Утеплитель из пенополиуретана наносится на панели методом напыления.

3 В результате анализа компонентов, были выбраны следующие материалы:

Для изготовления сэндвич-панели выбран поливинилхлорид марки ПВХ-С-5868М. Для защиты ПВХ от воздействия солнечных лучей был выбран пигмент Carbon Black. Пенополиуретан марки ППУ-304Н обладает наименьшей плотностью и теплопроводностью, что позволит уменьшить вес панели и улучшить теплоизоляцию и снизить затраты на транспортировку сэндвич-панелей. Для уменьшения пожароопасности утеплителя был выбран антиперен на основе гидроксида алюминия.

3 Из расчетов виртуальной модели сендвич-панели произведенных в программе Solid Works следует, что максимальные напряжения возникают в изделии сдвиговой нагрузки не превышают предела адгезионной прочности. Следовательно, материал для изготовления декоративной сендвич-панели подобран верно.

4 Технологический процесс изготовления изделия предусматривает следующие этапы: входной контроль, подготовка материалов, производство ПВХ панели методом экструзии, напыление пенополиуретана, извлечение заготовки из формы, механическая обработка. На завершающем этапе изделие проходит контроль качества и упаковывается для дальнейшей перевозки или хранения на складе.