

# Технология изготовления строительных модулей на основе древесных опилок

Разработчики:

Зотов С.П.

Радченко И.Л.

Волянский К.И.

2018

# Задача

[1]

Разработать строительный модуль  
из дешевых, экологически безопасных материалов  
для монтажа стен зданий,  
не требующий последующей отделки  
и содержащий в себе все необходимые каналы для коммуникаций  
и закладные элементы.

[2]

Обеспечить технологичность процесса изготовления такого модуля.

# Принципиальное решение

Строительный модуль, например, в виде панели, монтируемой на стальной каркас здания.

В качестве основного материала предлагается использовать древесные опилки – отходы деревообрабатывающих предприятий.

В качестве связующего – материал типа порошка эпоксиполиэфирной смолы.

Отделка стороны панели, обращенной внутрь здания – шпон.

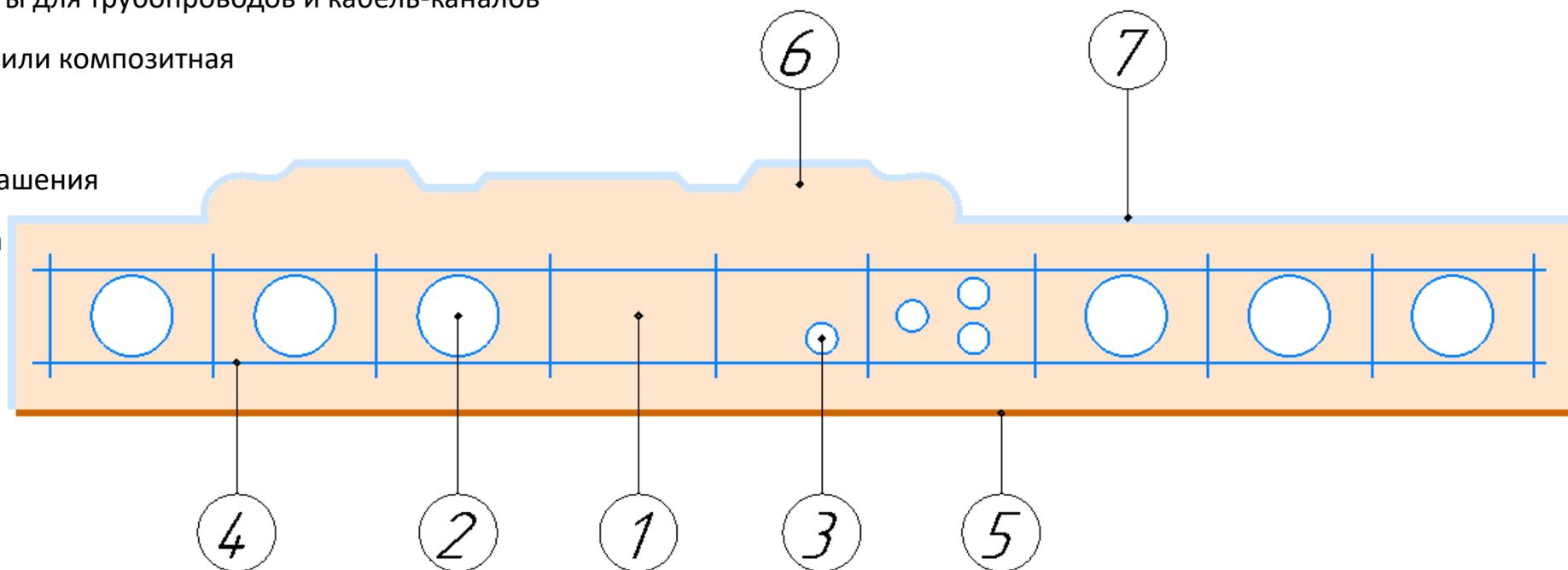
Отделка внешней стороны панели – архитектурные украшения, нанесенные методом 3d-печати.

Климатическая защита внешней стороны панели – порошковая краска для древесины.

# Конструкция панели

Состав типовой панели:

- (1) Панель из древесных опилок
- (2) Закладные элементы для воздуховодов и облегчения
- (3) Закладные элементы для трубопроводов и кабель-каналов
- (4) Арматура стальная или композитная
- (5) Шпон
- (6) Архитектурные украшения
- (7) Порошковая краска



# Сырье и материалы

Основная доля сырья для производства такой панели приходится на древесные опилки.

В опилки будет вноситься порошкообразная добавка, предотвращающая возможность гниения.

В качестве связующего будет использована порошкообразная эпоксиполиэфирная смола. Смола и целевые добавки будут образовывать заранее подготовленную композицию.

Для 3d-печати архитектурных украшений будет использован тот же материал, что и для несущей части панели.

Закладные элементы воздуховодов и для облегчения конструкции – тонкостенные алюминиевые трубы.

Арматура – типовая (стальная или композитная).

Отделка внутренней поверхности – древесный шпон и типовой клей.

Климатическая защита внешней поверхности – порошковая краска для древесины с гидрофобными добавками.

# Экологическая безопасность

При изготовлении панелей предполагается использовать смесь различных фракций древесных опилок и специально подготовленной клеевой порошковой композиции.

Клеевая порошковая композиция является нерастворимым в воде веществом, без характерного цвета и запаха.

В ее состав входят отвердители, эпоксиполиэфирные смолы и целевые добавки.

Зернистость порошка, приблизительно, составляет 10-100 микрон, а главное его достоинство — **отсутствие** огнеопасных и токсичных органических растворителей с резким неприятным запахом.

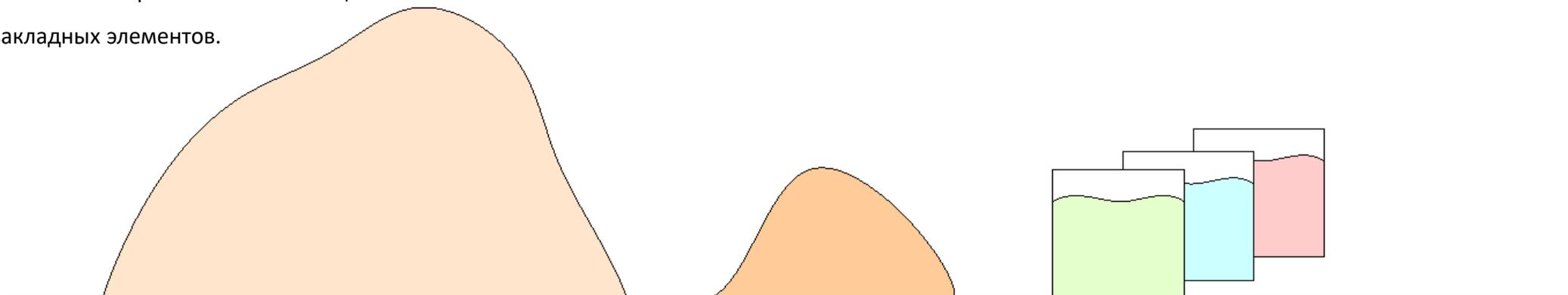
При полимеризации (застывании из расплава) композиция превращается в **стабильный, долговечный химически инертный и, соответственно, экологически безвредный пластик.**

Как следствие, при изготовлении и дальнейшей эксплуатации данных панелей не происходит выброс в атмосферу ядовитых летучих соединений, как при использовании жидких полимерных клеевых составов, **панели полностью экологичны, сохраняют свой естественный древесный запах.**

# Технологическая операция 1

## Подготовительные работы

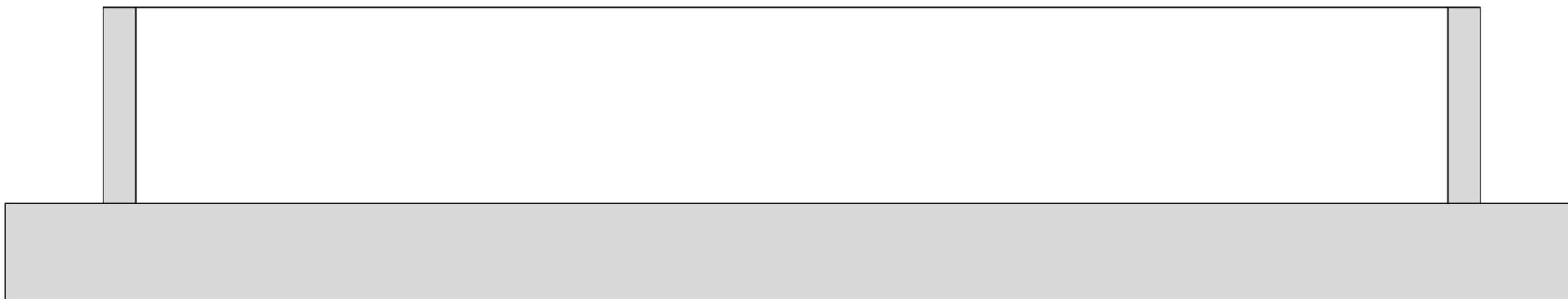
- (1) Входной контроль влажности опилок
- (2) Подсушка древесных опилок.
- (3) Древесные опилки проходят через вибросито для удаления щепы и кусков древесины.
- (4) Отдельные фракции опилок домалываются при необходимости.
- (5) Подготовка порошковой композиции смешением порошкообразной смолы и целевых добавок (например, предотвращающими гниение).
- (6) Смешение опилок с порошковой композицией.
- (7) Нарезка закладных элементов.



# Технологическая операция 2

## Смыкание опалубки

Опалубка представляет собою стол и четыре стенки, монтируемые между собой и к столу быстросъемными замками.



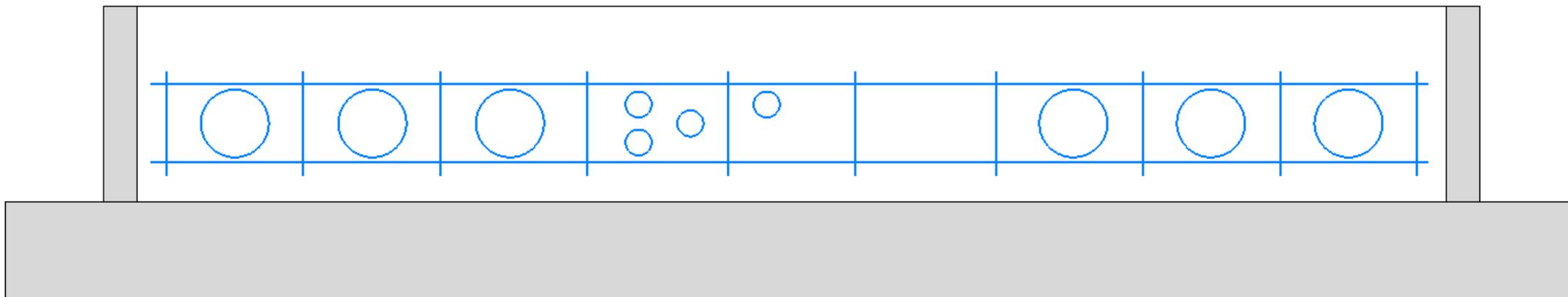
# Технологическая операция 3

## Вкладывание арматуры и закладных элементов

В опалубку укладывается и вяжется арматура.

В образованную решетку арматуры вкладываются закладные элементы для воздухопроводов, облегчения конструкции, трубопроводов и кабель-каналов.

В необходимых местах устанавливаются замковые элементы, при помощи которых, готовые панели будут монтироваться к стальному каркасу здания и между собою.

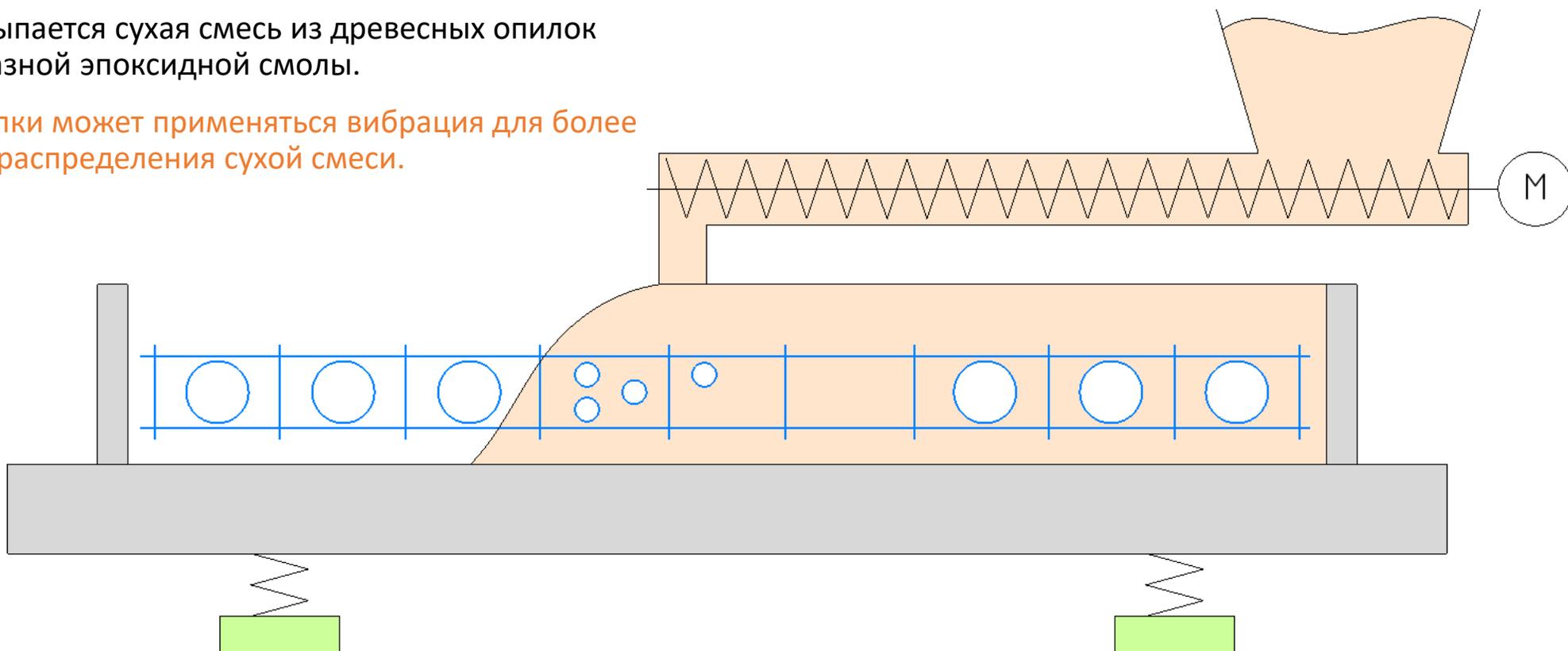


# Технологическая операция 4

## Засыпка сухой смеси

В опалубку засыпается сухая смесь из древесных опилок и порошкообразной эпоксидной смолы.

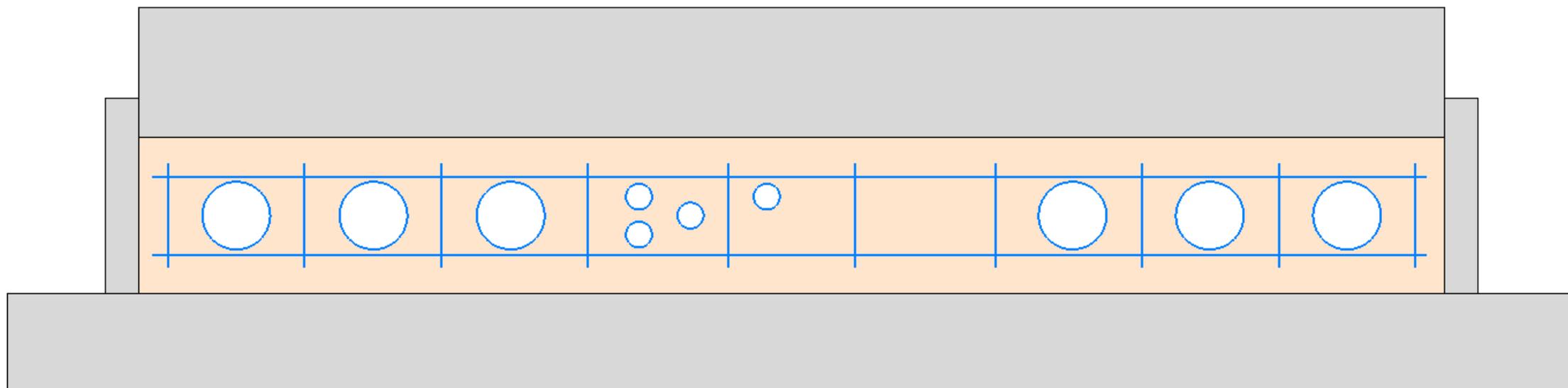
В момент засыпки может применяться вибрация для более равномерного распределения сухой смеси.



# Технологическая операция 5

## Уплотнение засыпанной сухой смеси

Засыпанная в опалубку сухая смесь подпрессовывается с целью ее уплотнения.

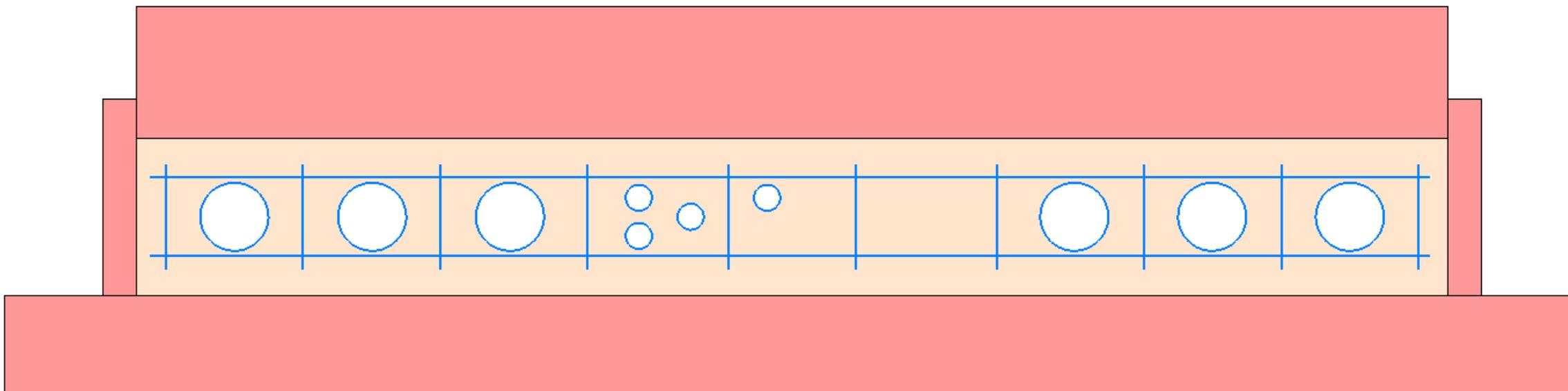


# Технологическая операция 6

## Спекание несущей части панели

Все части опалубки имеют нагревательные элементы. Для удешевления операции, в качестве источника энергии предполагается использование природного газа, а в качестве теплоносителя – воздуха.

Происходит спекание сухой смеси в несущую часть панели.

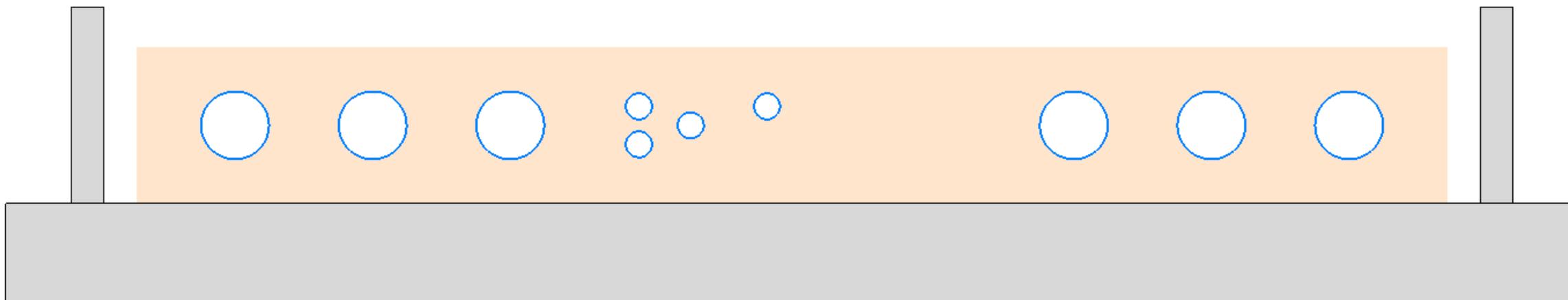


# Технологическая операция 7

## Извлечение несущей части панели

Все боковые части опалубки размыкаются.

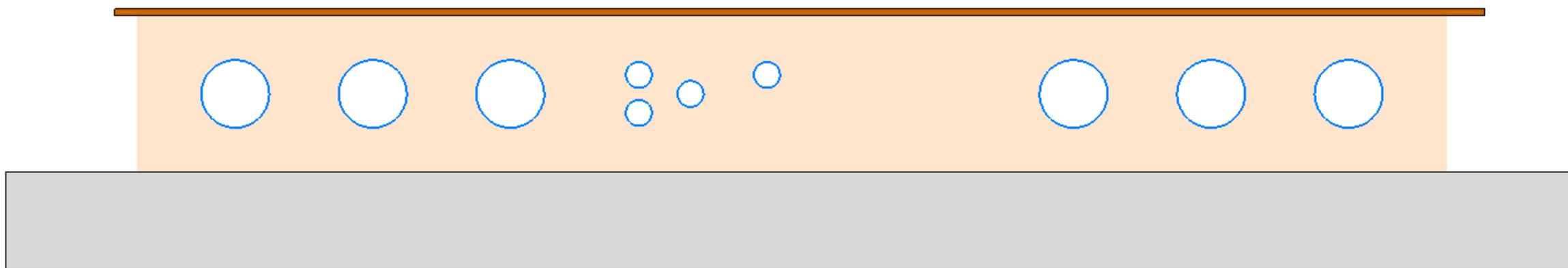
Происходит извлечение несущей части панели.



# Технологическая операция 8

## Наклеивание шпона

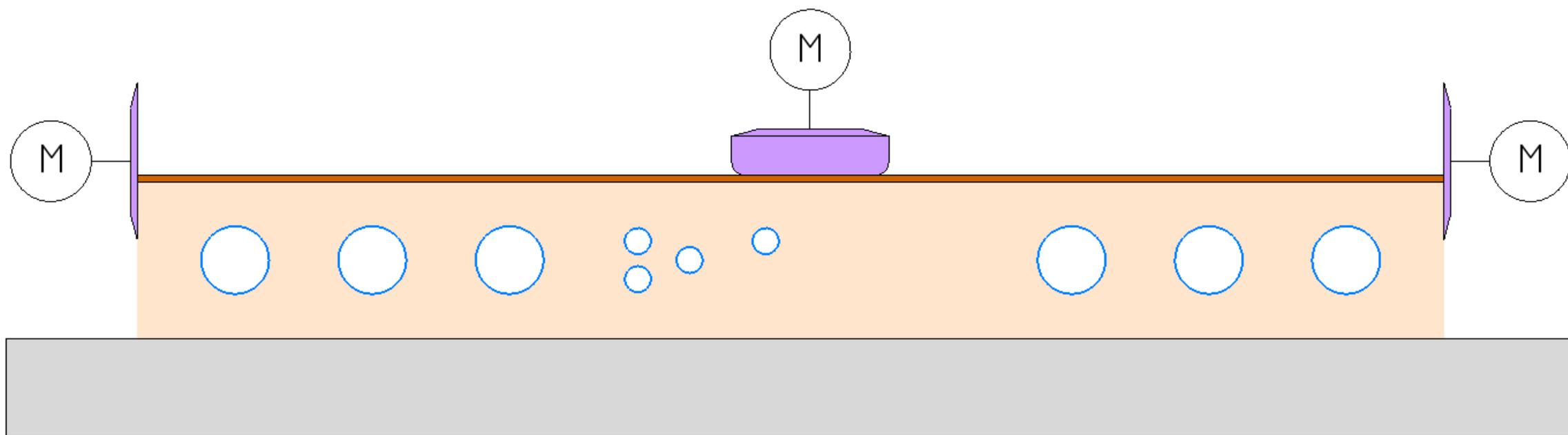
На поверхность панели, обращенную внутрь здания наклеивается шпон.



# Технологическая операция 9

## Обрезка и шлифовка шпона

Выступающие края шпона обрезаются в размер, его поверхность шлифуется.

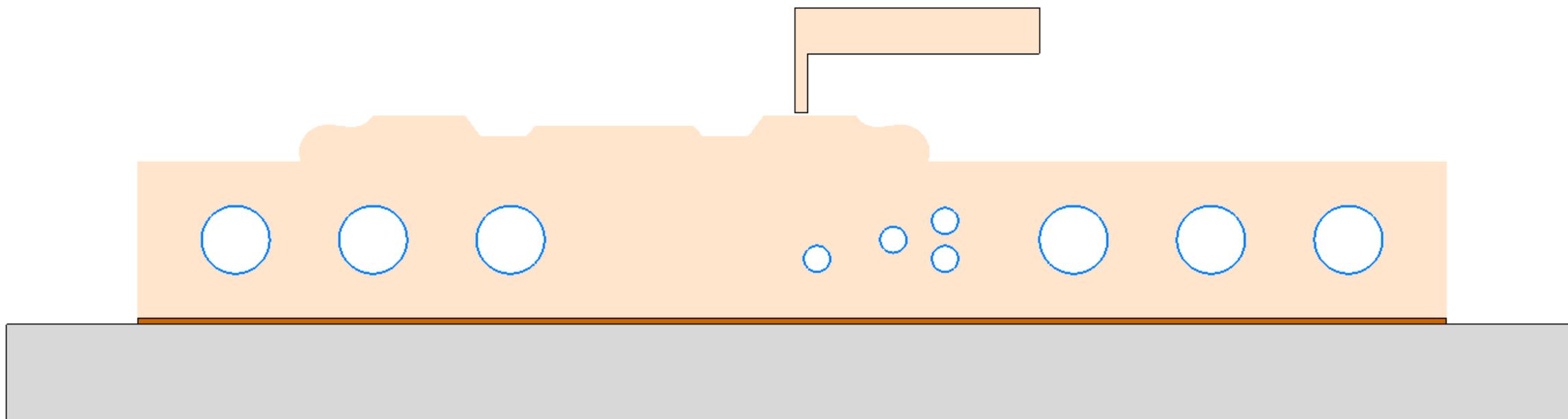


# Технологическая операция 10

## 3d-печать архитектурных украшений

На внешней поверхности панели методом 3d-печати создаются архитектурные украшения.

Материалом служит расплав из смеси древесных опилок и порошкообразной эпоксидной смолы.

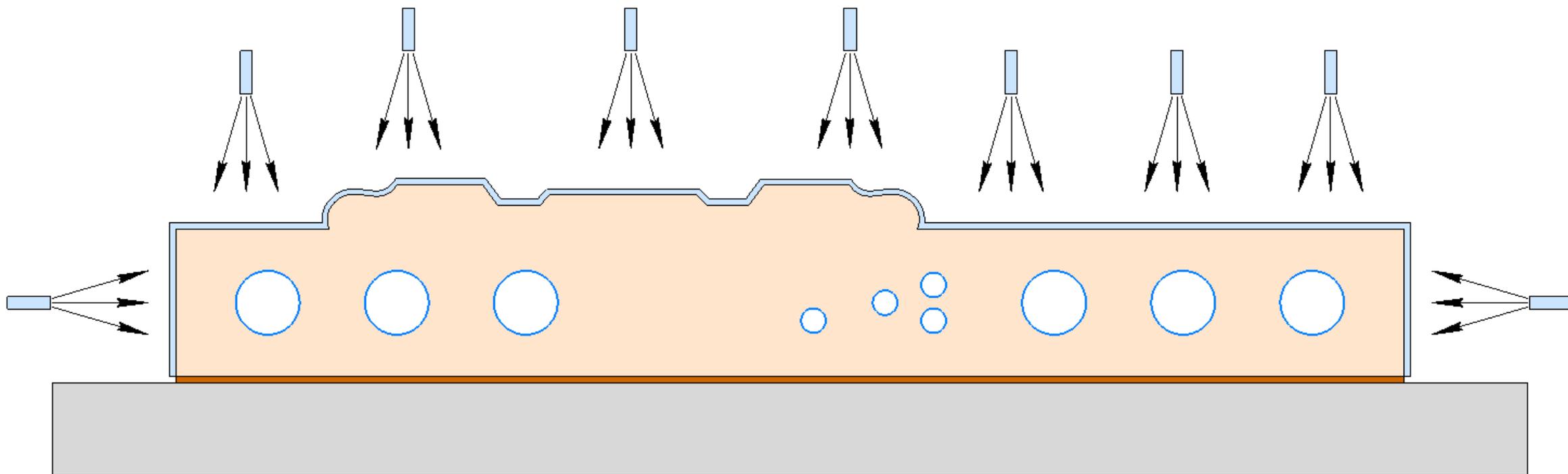


# Технологическая операция 11

## Нанесение климатической защиты

На внешней поверхности панели наносится климатическая защита из порошковой краски для древесины.

В краску могут быть внесены дополнительные компоненты, например, для формирования гидрофобной пленки.

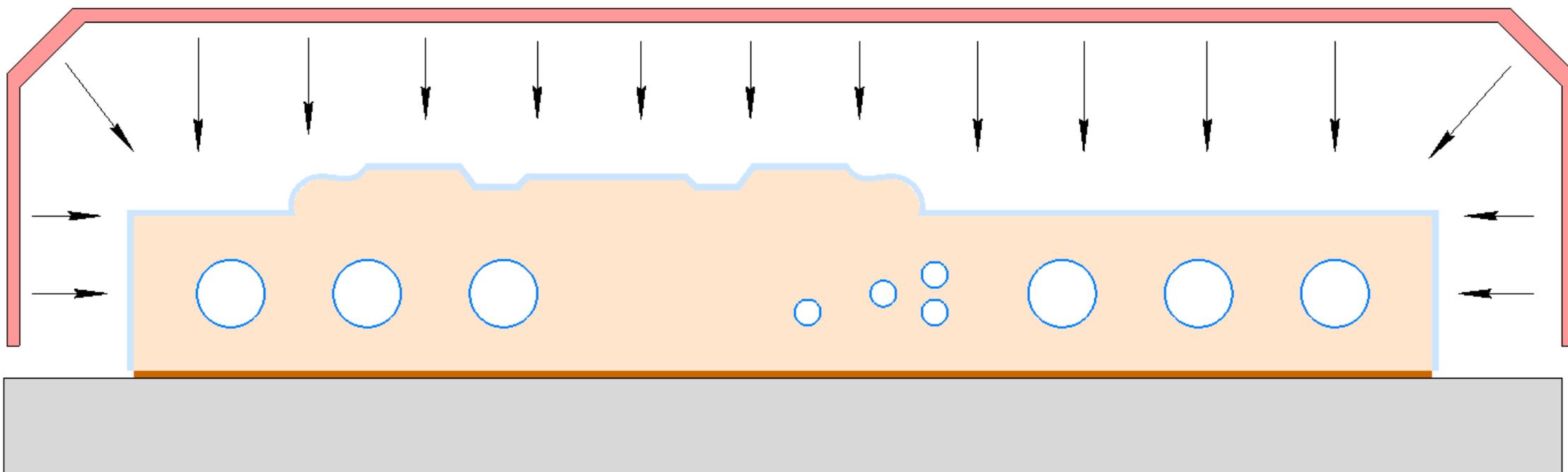


# Технологическая операция 12

## Спекание порошковой краски

Порошковая краска спекается.

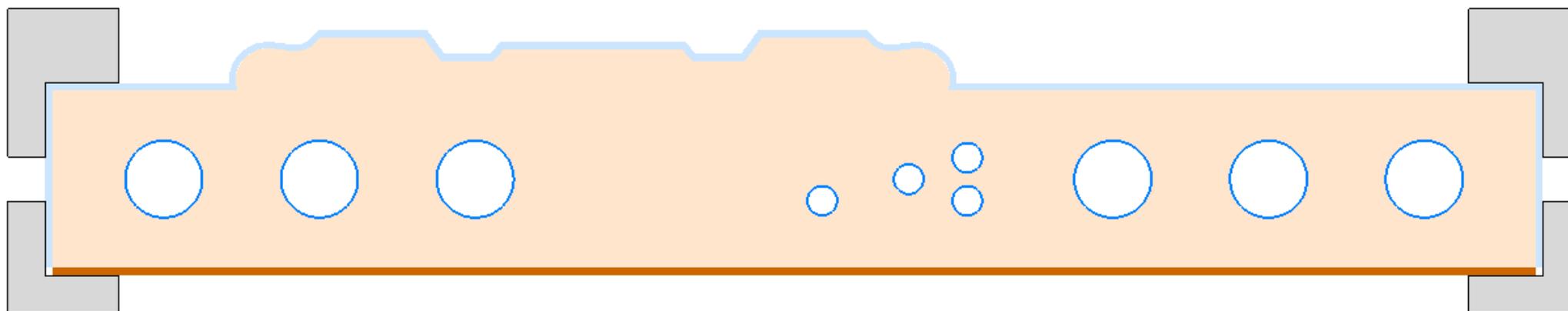
Для удешевления операции, в качестве теплоносителя может выступать горячий воздух после операции 6.



# Технологическая операция 13

## Упаковывание панели

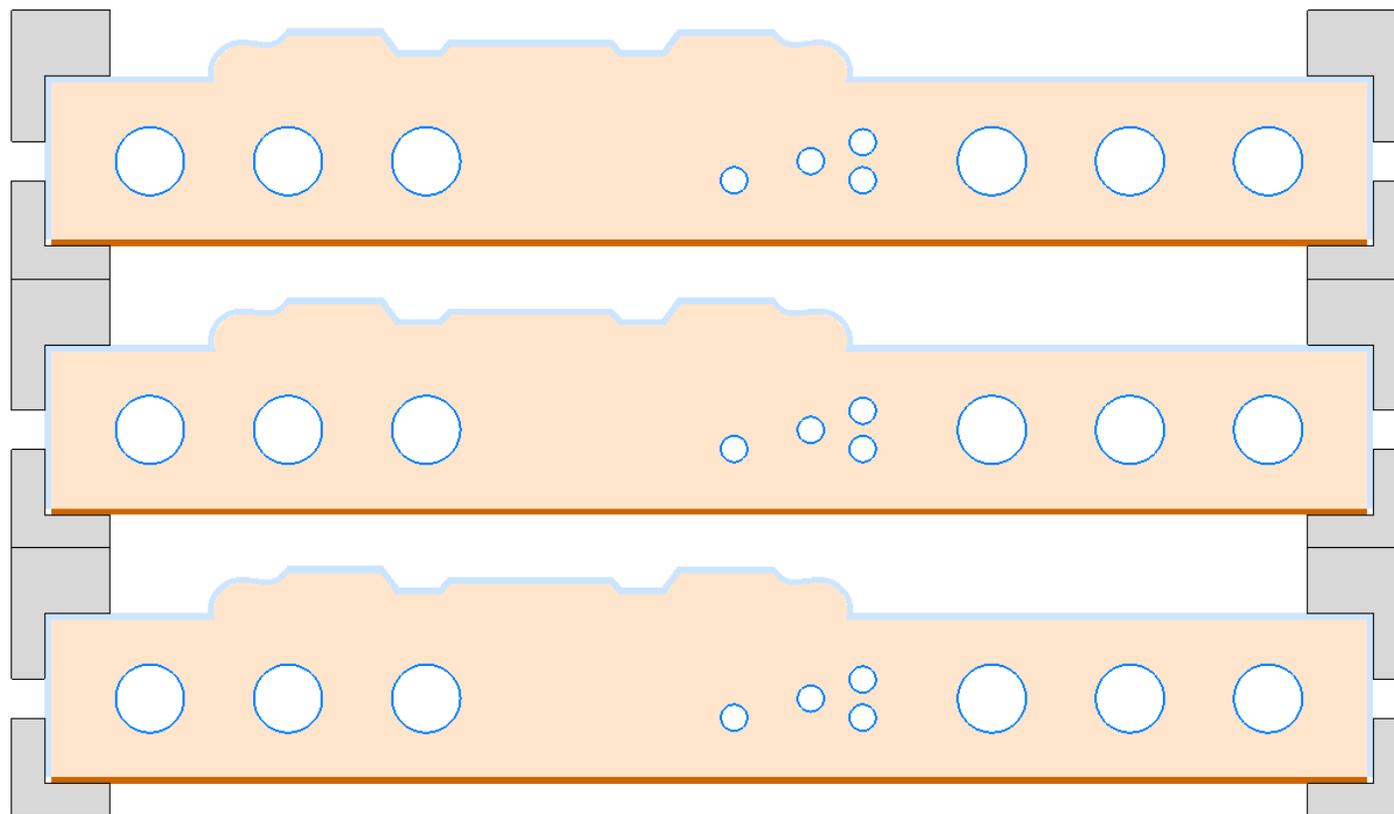
Готовая панель оборачивается пленкой и упаковывается в транспортную обрешетку.



# Технологическая операция 14

## Складирование продукции

Транспортная обрешетка позволяет штабелирование продукции на складе и при транспортировке.



# Необходимое оборудование

Стоимость оборудования завода

с производительностью 1 домокомплект в сутки \*

на данном этапе оценивается в 20 млн рублей \*\*

\* Для внешних стен здания 18 x 18 x 7 метров.

Полный производственный цикл – двое суток. Одновременно выполняются разные технологические операции для двух домокомплектов.

\*\* Без стоимости производственного здания ангарного типа.

# Персонал завода

Технологические операции	Количество работников	Квалификация
1	1	Рабочий
2 – 7	2	Рабочие
8 – 9	1	Рабочий
10	1	Техник
11 – 13	1	Рабочий
14 – 15	2	Рабочие
1 – 15	1	Инженер
1 – 15	1	Слесарь ремонтной группы
1 – 15	1	Инженер-электрик
ИТОГО	11	

Примем для расчета, что средняя зарплата, порядка, 50 000 руб.

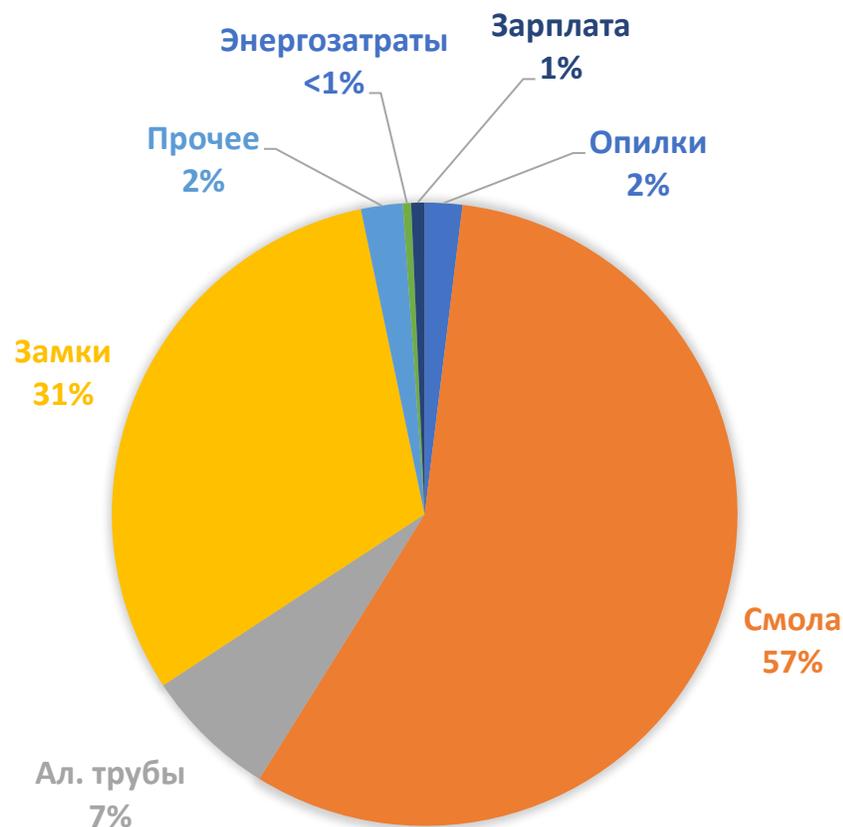
Тогда месячный фонд заработной платы работников с налогами составит, порядка, 770 000 рублей.

При выпуске в месяц до 20 домокомплектов, на один домокомплект приходится 38 500 рублей.

На одну панель приходится 1 604 рубля.

# Оценка себестоимости панели 3500 x 6000 x 240 мм

**ДОЛЯ  
В ЦЕНЕ**



Наименование	Цена, руб.
Опилки (10 м3)	4 500
Смола (350 кг)	132 300
Алюминиевые трубы Ø100 (4 штуки)	16 000
Замки для монтажа на каркас (18 штук)	72 000
Прочее	5 000
Энергозатраты	1 000
Зарплатная часть	1 604
<b>ИТОГО</b>	<b>232 404</b>

Себестоимость одного домокомплекта  
(24 панели)

**5 577 696 рублей**

# Этапы реализации

## Этап 1: Проектирование и изготовление макета для панелей 1000x1000x240 мм.

Технологические операции 1 – 7 (подпрессовка и спекание) и 10 – 12 (3d-печать).

Срок = 3 месяца. Стоимость = 2,7 млн рублей.

## Этап 2а: Проверка технологических операций.

Технологические операции 1 – 7 и 10 – 12 проверяются при помощи макета и сторонних лабораторий, отработка рецептур.

Срок = 3 месяца. Стоимость = 2,5 млн рублей.

## Этап 2б: Разработка панельных замков.

Проектные работы, макетная проверка и согласование конструкции с разработчиком стального каркаса здания.

Срок = 2 – 3 месяца\*. Стоимость = 0,4 млн рублей.

\* Этап 2б выполняется одновременно с Этапом 2а.

## Этап 3: Разработка конструкторско-технологической документации на производственный комплекс.

Срок = 4 месяца. Стоимость = 3 млн рублей.

## Этап 4: Создание производства и начало выпуска изделий.

Срок = 4 – 6 месяцев. Стоимость = 30 млн рублей, включая здание, оборудование и монтаж.

# Приложения

ИЗС.СМ01.ТП1-001

Производство строительных модулей.  
Технологическая схема

# Контакты

## Зотов Сергей Петрович

Россия, Москва

tel. mobil: +7 985 2257246

e-mail: [zotov.engineering@gmail.com](mailto:zotov.engineering@gmail.com)

e-mail: [sergej.zotov@mail.ru](mailto:sergej.zotov@mail.ru)

skype: sergej.p.zotov

viber: +79852257246

telegram: +79852257246

whatsapp: +79852257246