

# ОГРАНИЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ 3D-ПЕЧАТИ

Керамическая 3D-печать открывает новые возможности для медицины, промышленного дизайна и высокоточных инженерных изделий, но при этом имеет ряд технологических нюансов по геометрии, прочности и толщине стенок деталей.



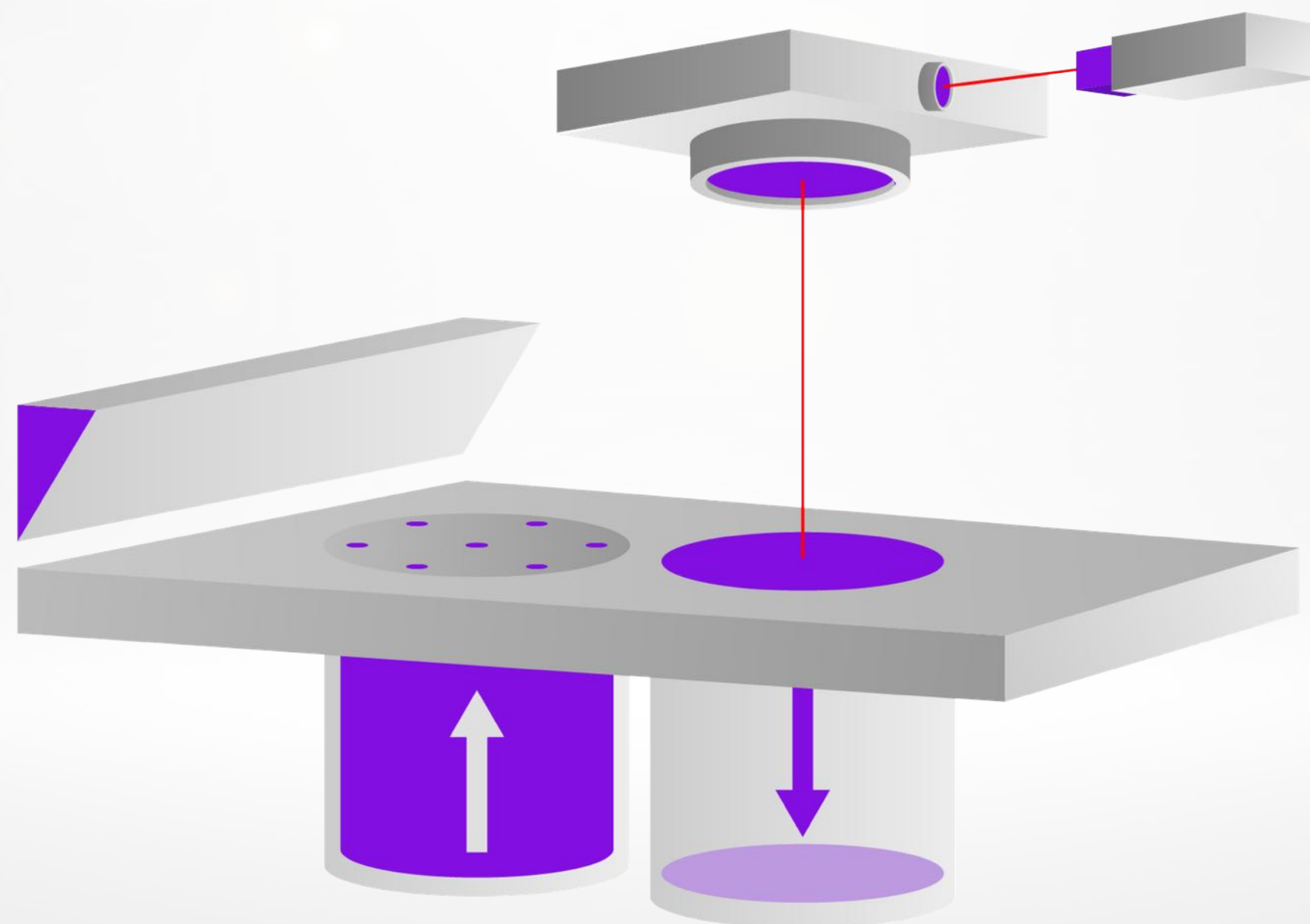
# При анализе и подготовке модели изделия для керамической печати следует ответить на следующие вопросы:

1. Можно ли напечатать изделие?
2. Можно ли очистить изделие?
3. Можно ли провести бездефектную термообработку изделия?

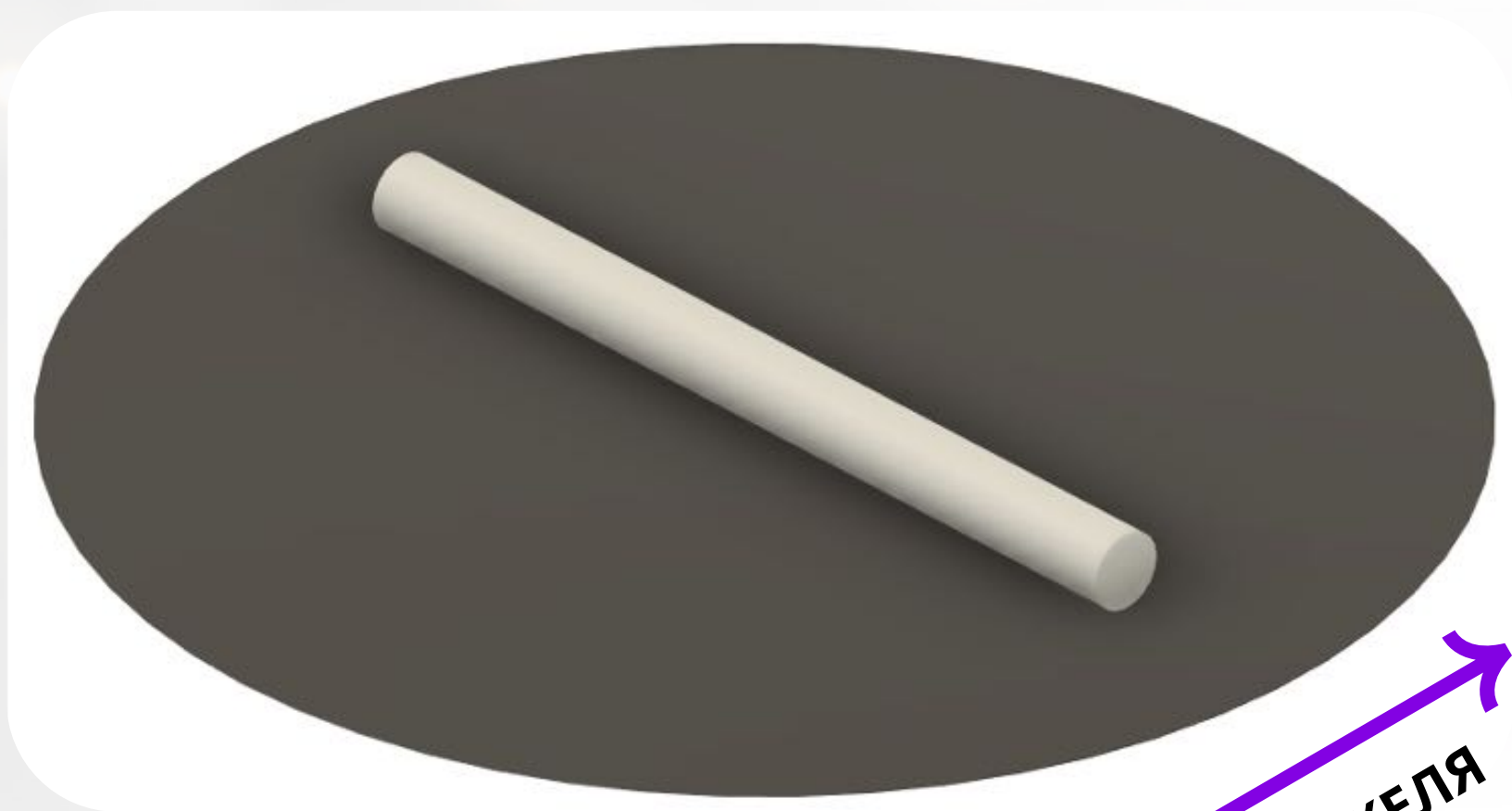
**\*Первый принтер Прокерамика-170 с октября 2025 года успешно эксплуатируется в крупнейшем в России центре аддитивных технологий – АО ЦАТ ГК Ростех**



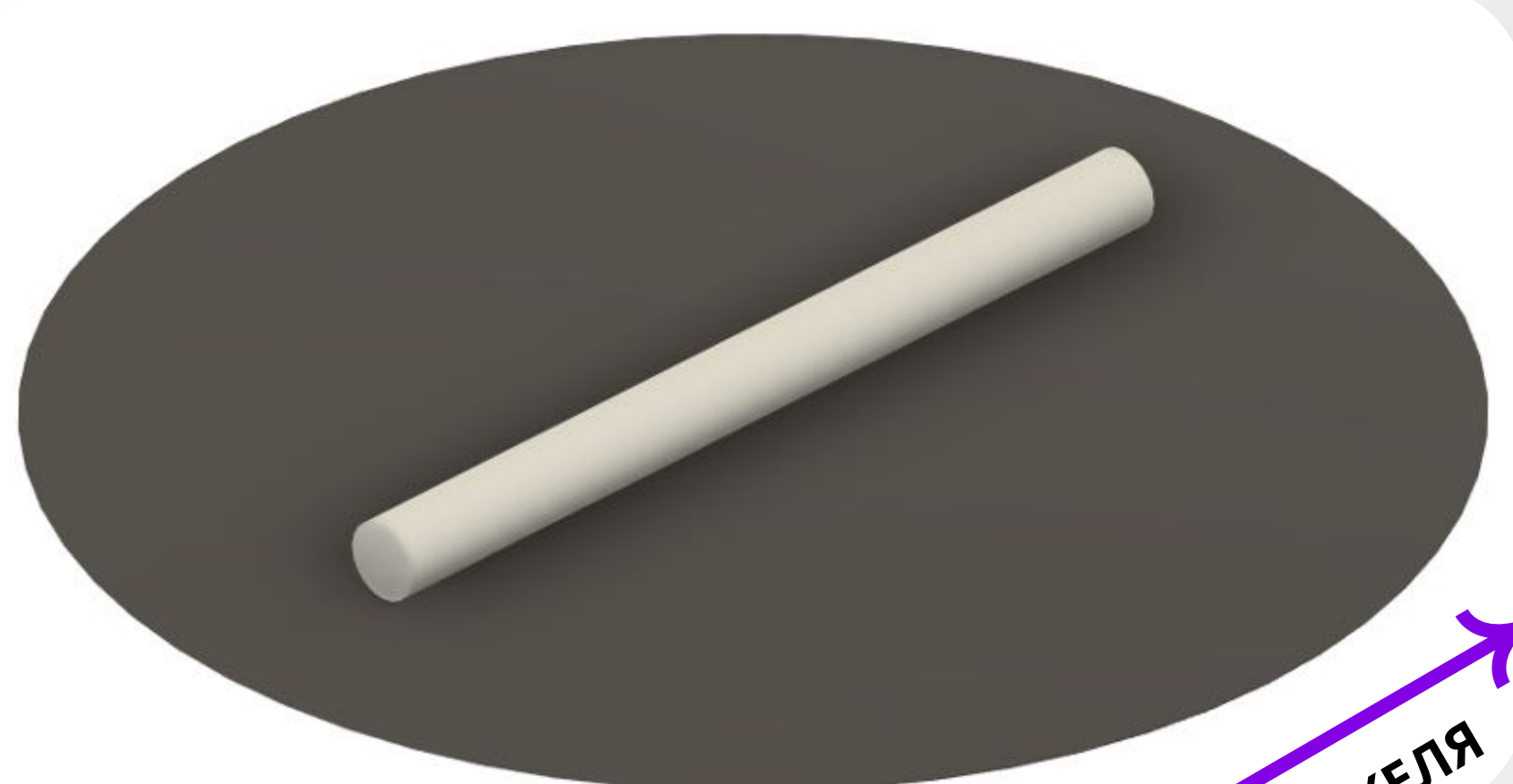
# ВЫБОР ОРИЕНТАЦИИ МОДЕЛИ НА ПЛАТФОРМЕ ПОСТРОЕНИЯ



Вытянутые объекты располагать вдоль оси движения ракеля для минимизации сопротивления на ракеле при контакте со предыдущим слоем.

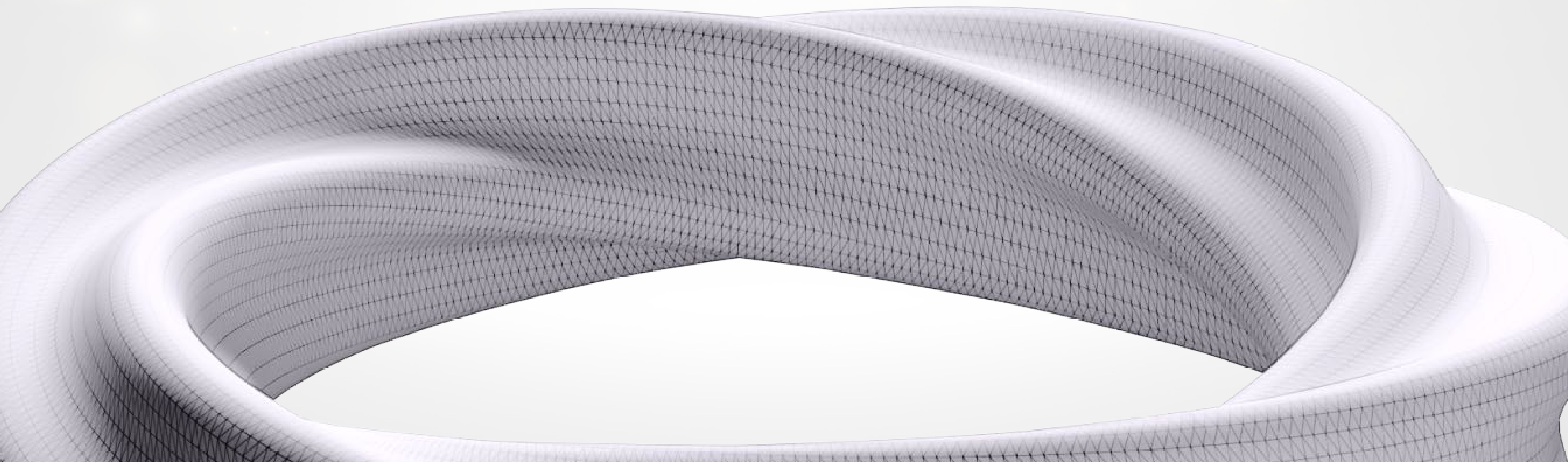


ДВИЖЕНИЕ РАКЕЛЯ

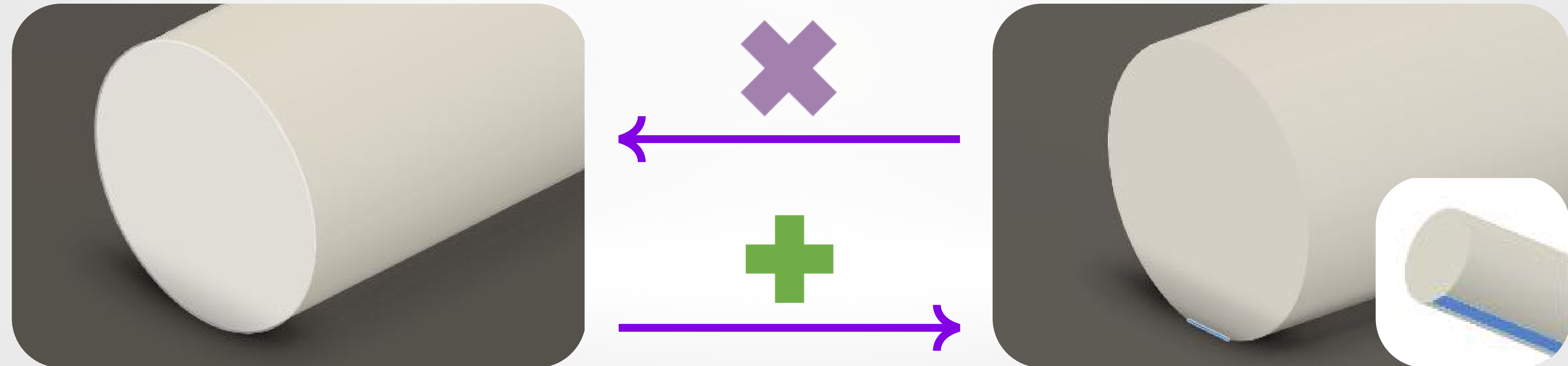


ДВИЖЕНИЕ РАКЕЛЯ

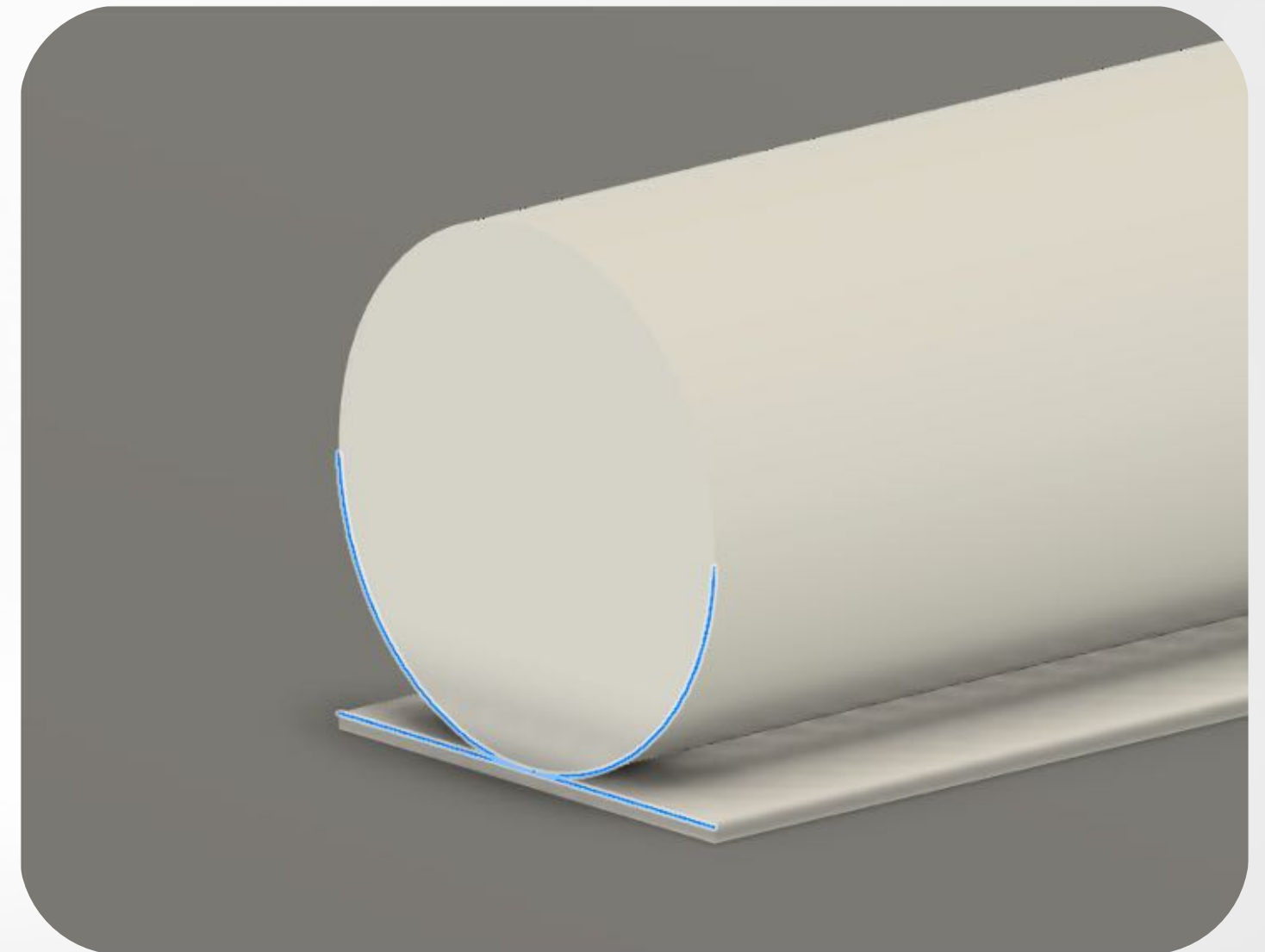
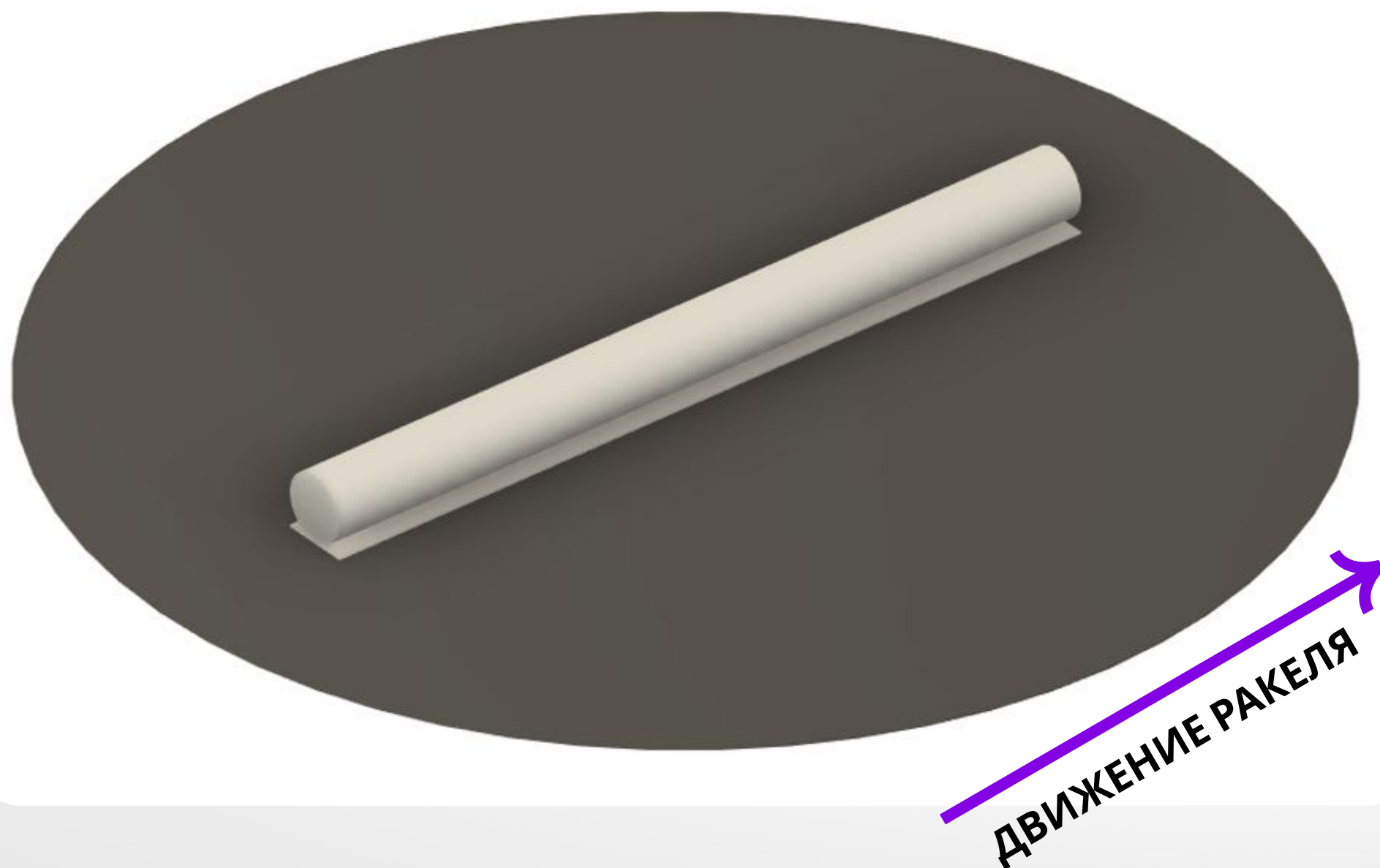
# ФОРМИРОВАНИЕ КОНТАКТА МОДЕЛИ С ПЛАТФОРМОЙ ПОСТРОЕНИЯ



При изготовлении цилиндрических (или сферических) объектов и невозможности расположения оси цилиндра перпендикулярно формируемому слою при печати необходимо формировать контактную площадку с помощью утапливания цилиндра на 100–200 мкм вниз (под платформу построения) и разделения тела по нулевой плоскости (плоскости платформы построения): нижний сегмент цилиндра (с высотой 100–200 мкм) необходимо удалить, оставшаяся часть пригодна для печати.



При невозможности утапливания и срезания боковой поверхности цилиндра можно использовать подложку в месте контакта цилиндра с нулевой плоскостью: толщина подложки составляет 50–100 мкм, ширина не регламентируется; такую подложку необходимо будет удалить в процессе постобработки изделия.



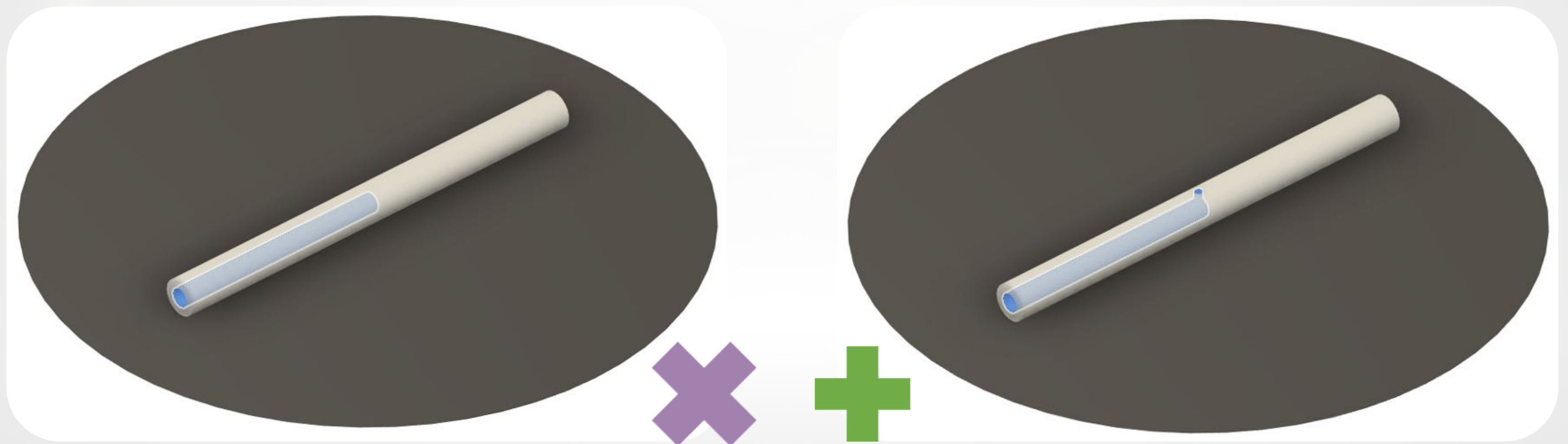


# **ПЕЧАТЬ ИЗДЕЛИЙ С КАНАЛАМИ И ПОЛОСТЯМИ**



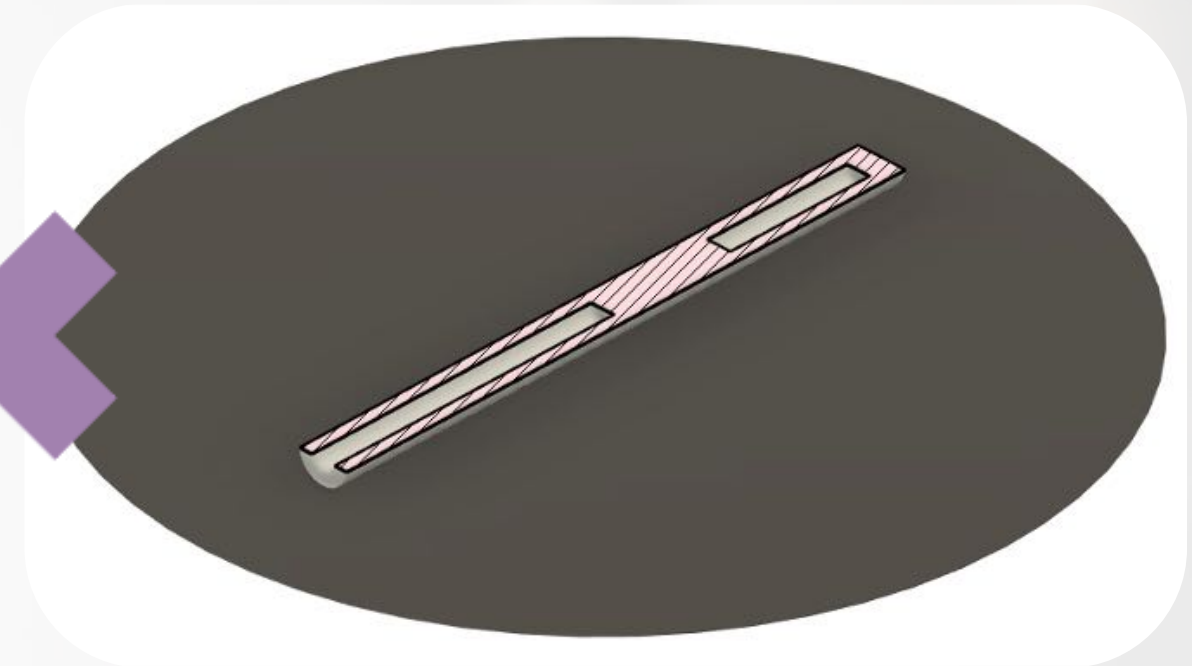
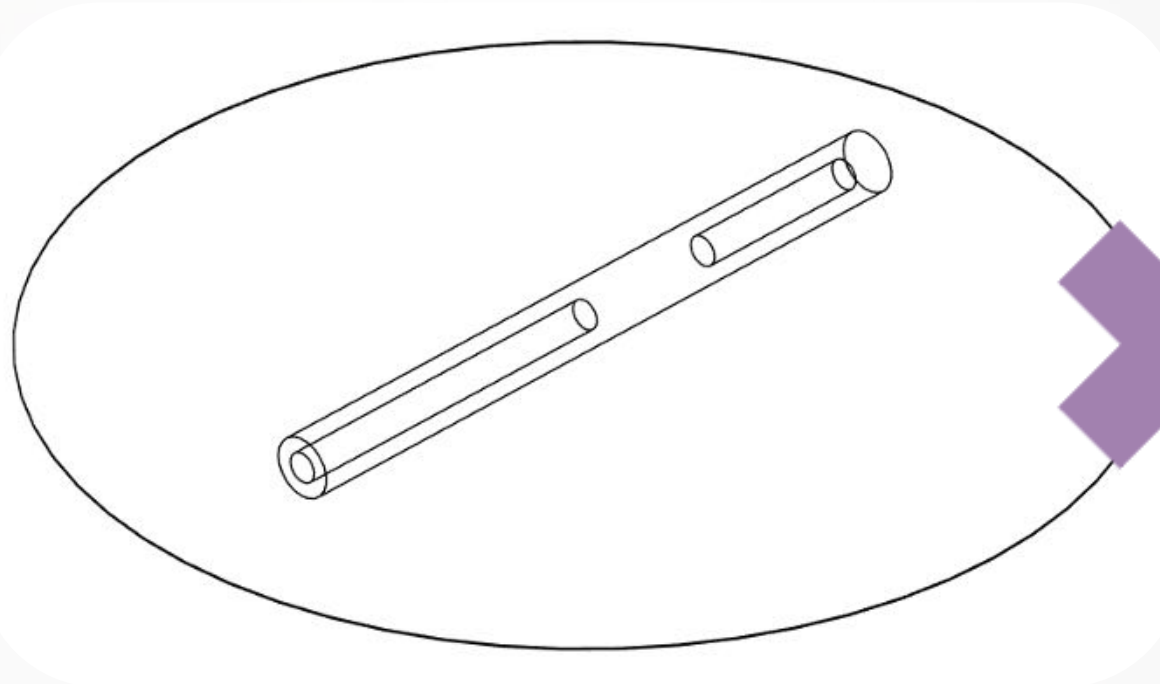
Изделия с глухими каналами (длиной более 10 мм и диаметром менее 1-2 мм) трудно очищать от пастообразных материалов после процесса печати; предпочтительно создавать технологическое отверстие на конце отверстия изделия для удаления пасты при очистке.

Не полностью прочищенный канал (и невозможность визуальной оценки качества очистки) приводит к нарушению геометрии канала после термообработки и наличию трещин в местах скопления непрореагировавшей пасты.

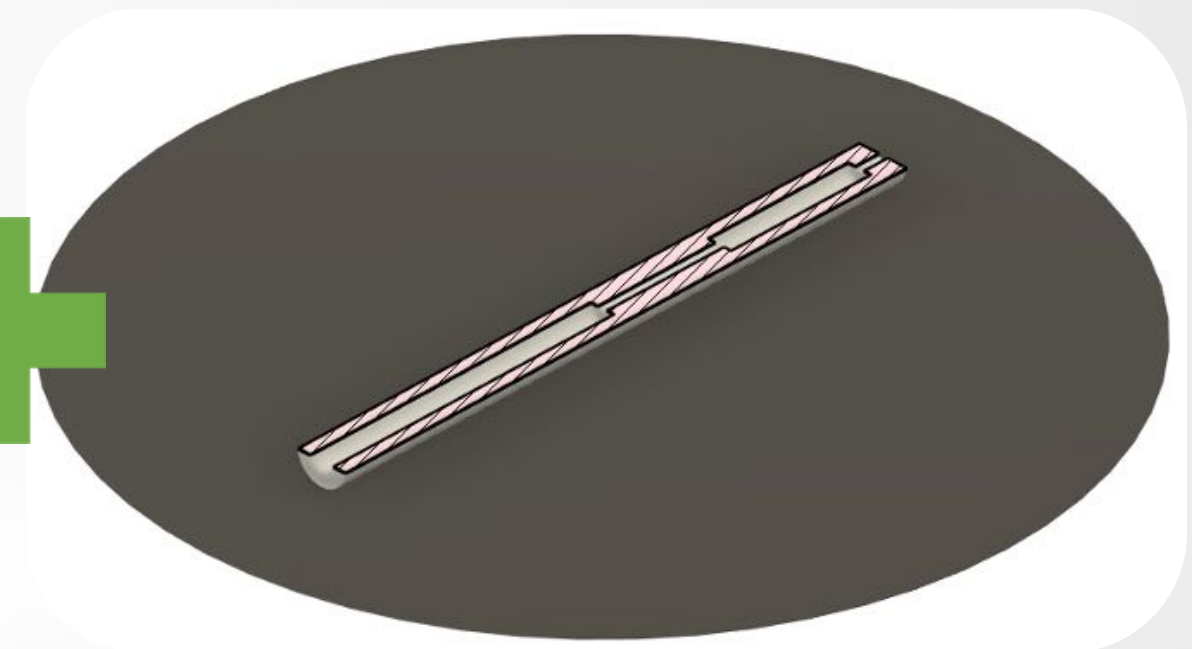
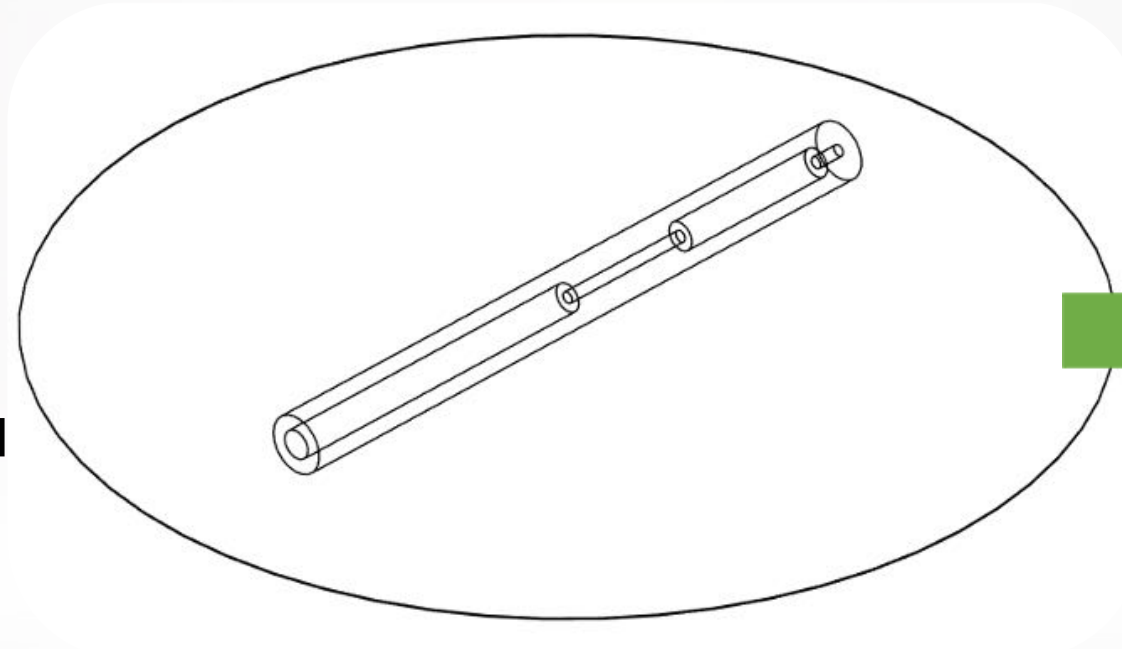




Изделия с глухими каналами (длиной более 10 мм и диаметром менее 1-2 мм) трудно очищать от пастообразных материалов после процесса печати; в качестве альтернативы небольшому технологическому отверстию на конце глухого канала можно продлевать его до сквозного.



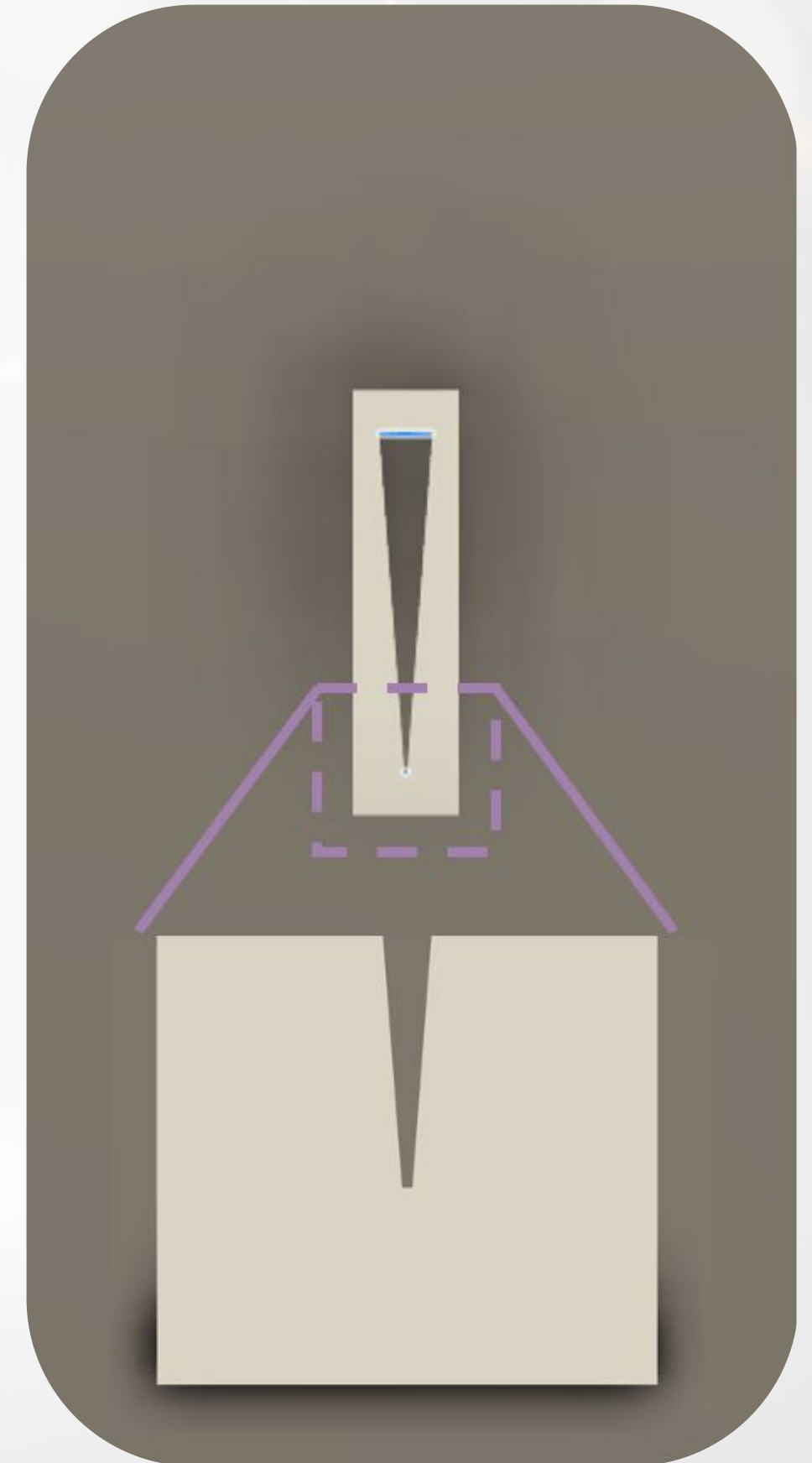
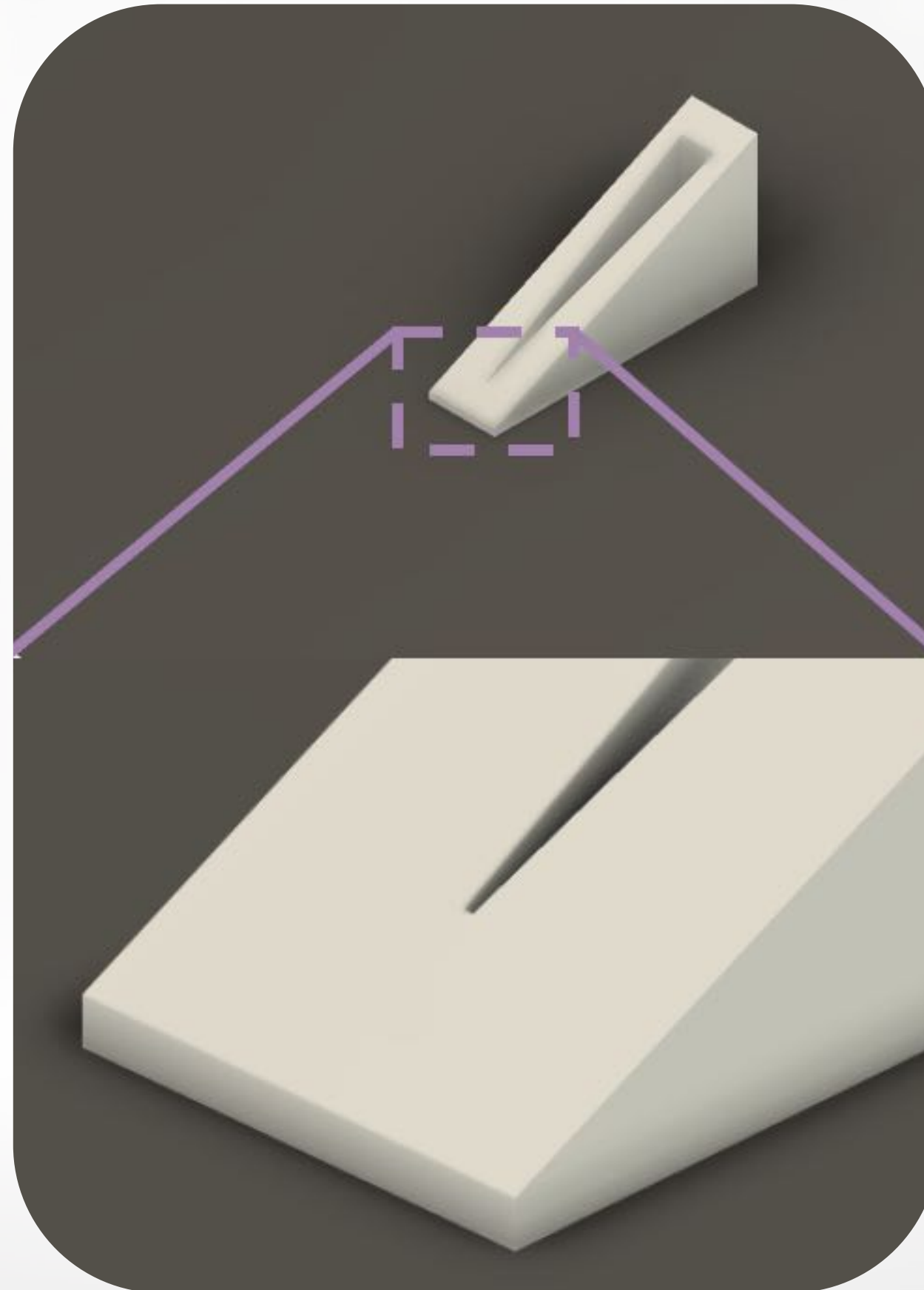
Изделия с закрытыми полостями изготавливать нельзя из-за невозможности удаления непрореагировавшего материала при очистке из этой полости: необходимо создание как минимум двух выходных отверстий (формирование одного выходного отверстия может приводить к формированию глухого отверстия).





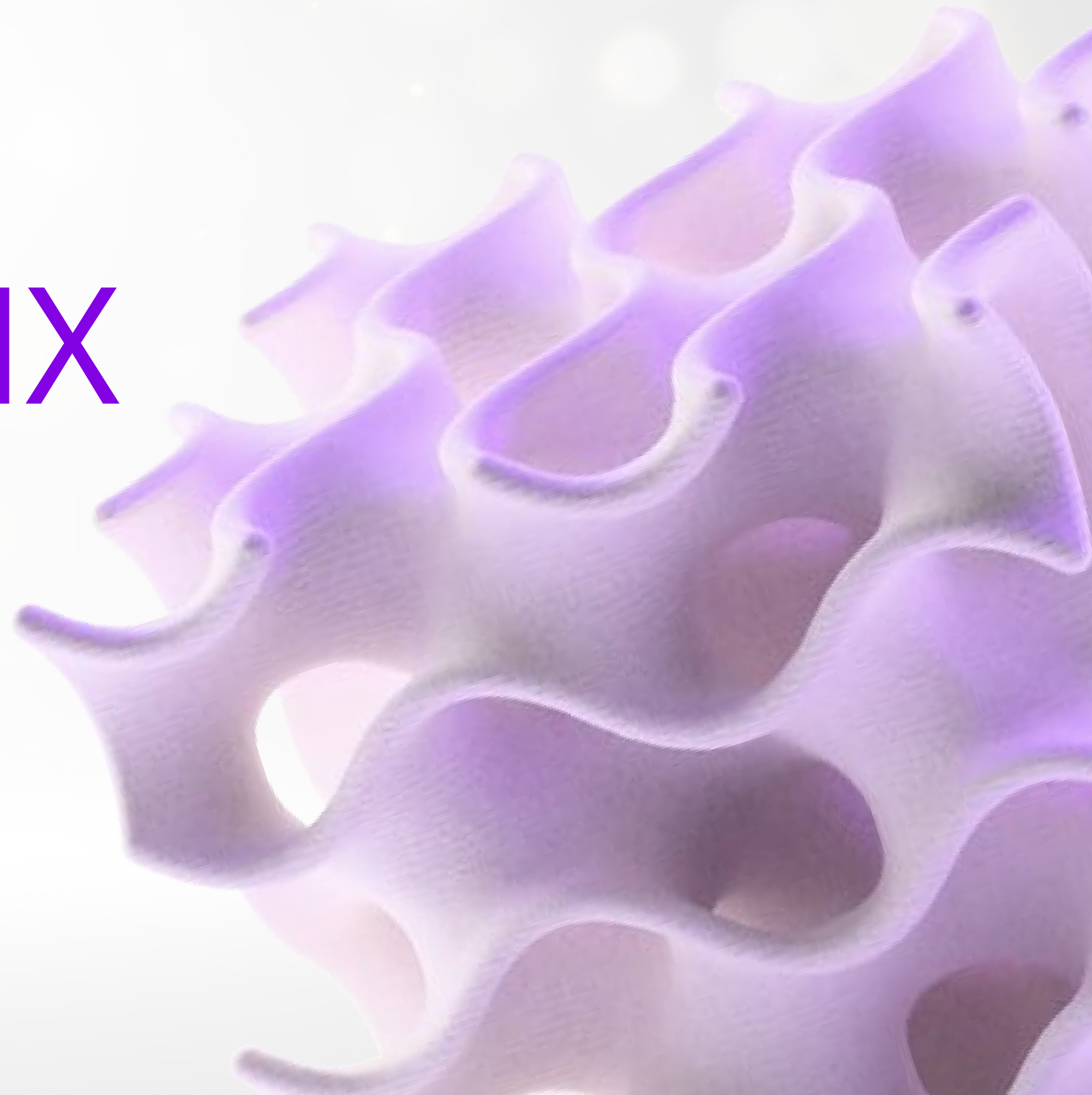
Размер минимального отверстия/канала при изготовлении зависит от высоты этого отверстия (из-за сложности в очистке непрореагировавшей густой пасты):

- при высоте отверстия в 100–200 мкм минимальный диаметр отверстия составляет 150 мкм;
- при высоте отверстия в 10 мм минимальный диаметр отверстия составляет 0,7–0,8 мм.





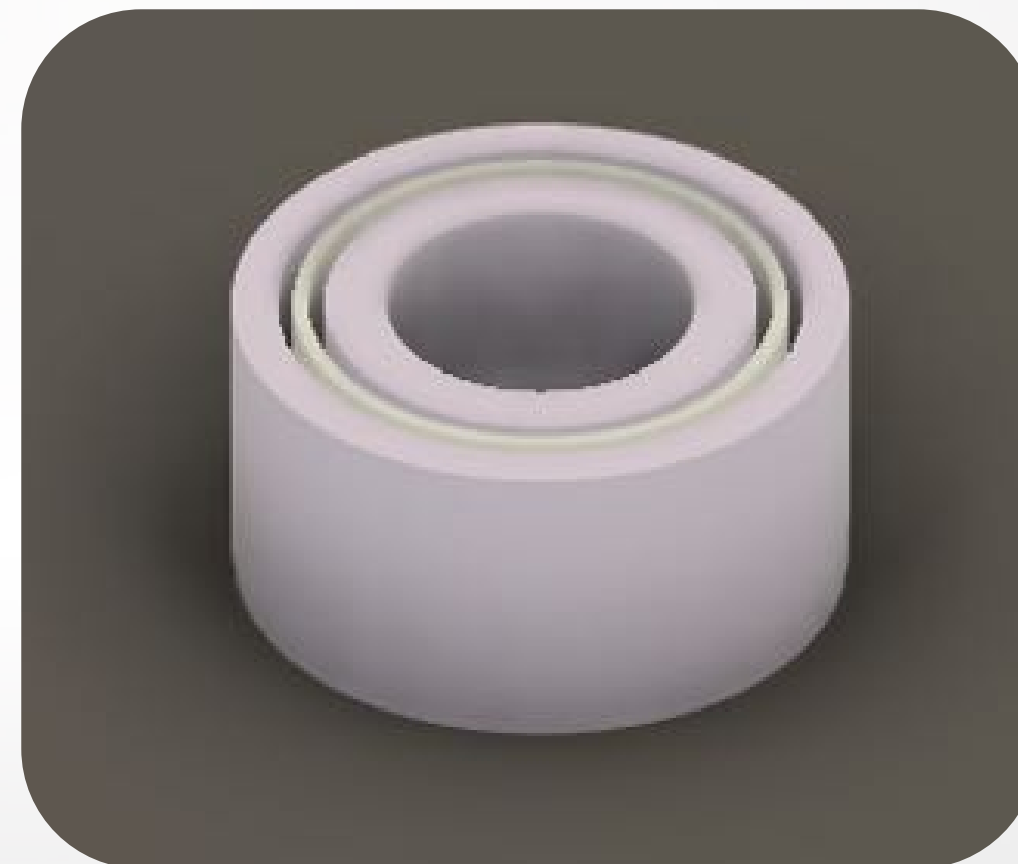
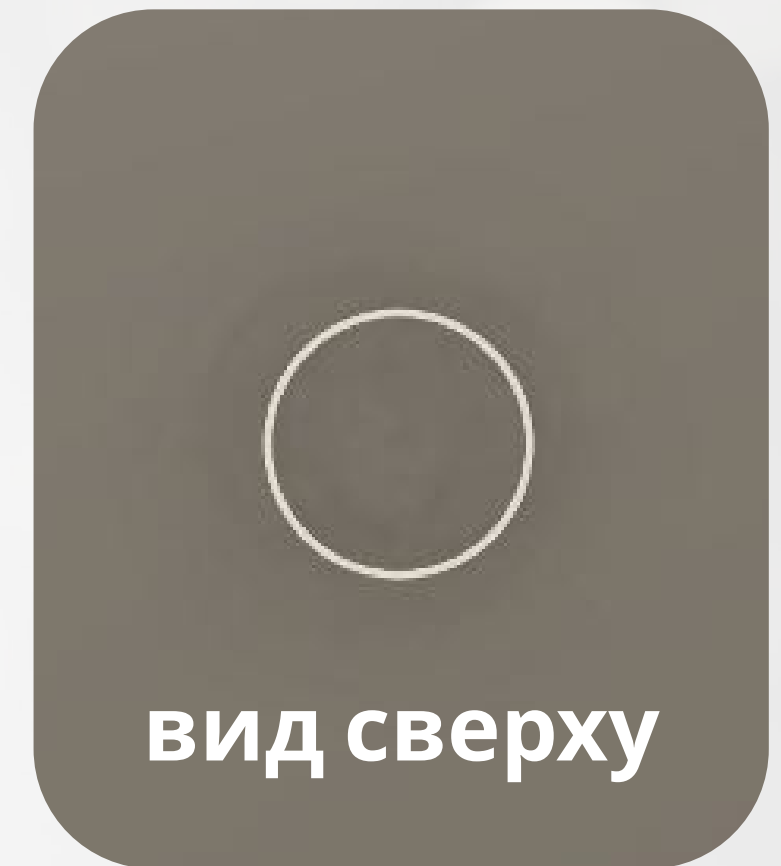
# ПЕЧАТЬ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ



При изготовлении изделий с соотношением высоты детали к ширине пятна контакта **20 к 1** и более рекомендуется формирование внешних бесконтактных поддержек (защитных оболочек) из-за высокой вероятности срыва тонкостенного изделия при намазывании пасты ракелем.



**ТОНКОСТЕННОЕ ИЗДЕЛИЕ**  
ТОЛЩИНА КОЛЬЦА – 1 ММ  
ВЫСОТА КОЛЬЦА – 20 ММ

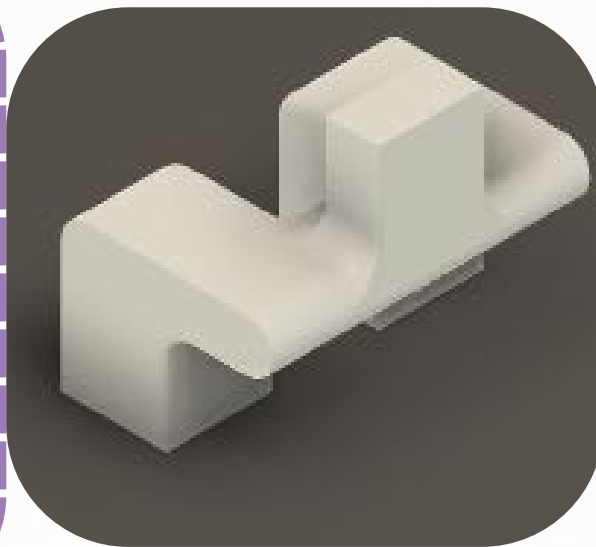
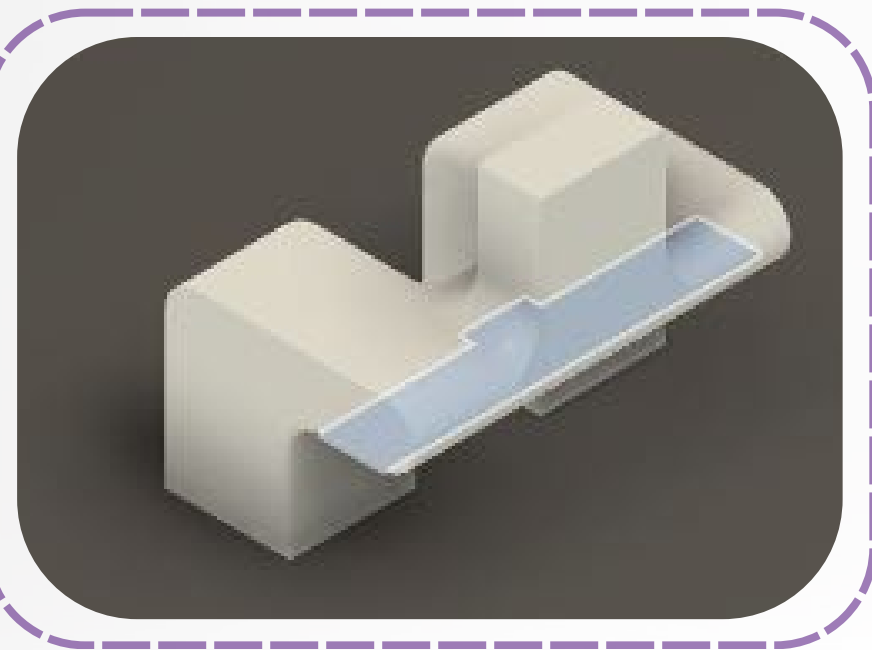


**ТОНКОСТЕННОЕ ИЗДЕЛИЕ, ОКРУЖЕННОЕ  
ВНЕШНИМИ БЕСКОНТАКТНЫМИ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ ПОДДЕРЖКАМИ**

**ПЕЧАТЬ ИЗДЕЛИЙ С  
НАВИСАЮЩИМИ  
ПОВЕРХНОСТЯМИ**

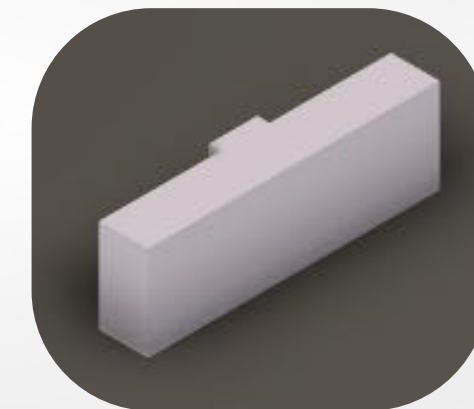
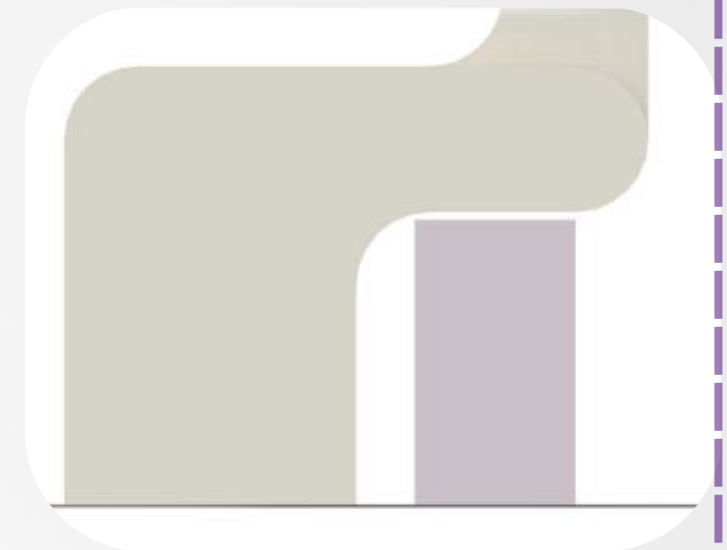
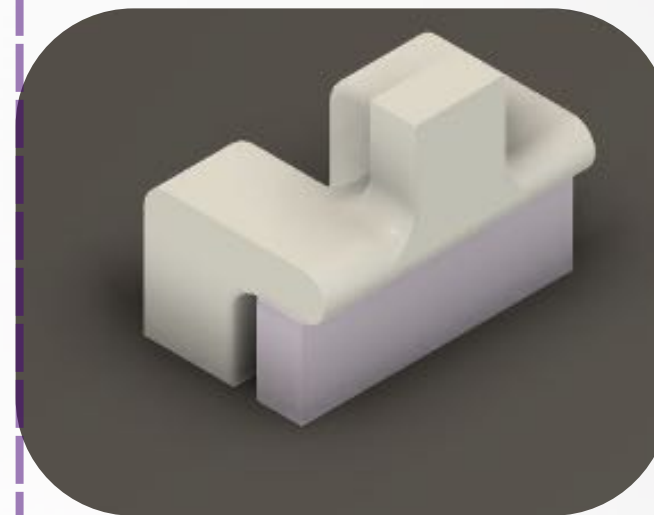


При невозможности ориентации детали с избеганием нависающих поверхностей необходимо создание бесконтактных поддержек с зазором между верхней поверхностью поддержки и нависающей поверхностью детали в 450–500 мкм: такой подход реализуем из-за высокой вязкости пасты, которая в тонком слое.



**НАВИСАЮЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ**

**БЕСКОНТАКТНАЯ ПОДДЕРЖКА**



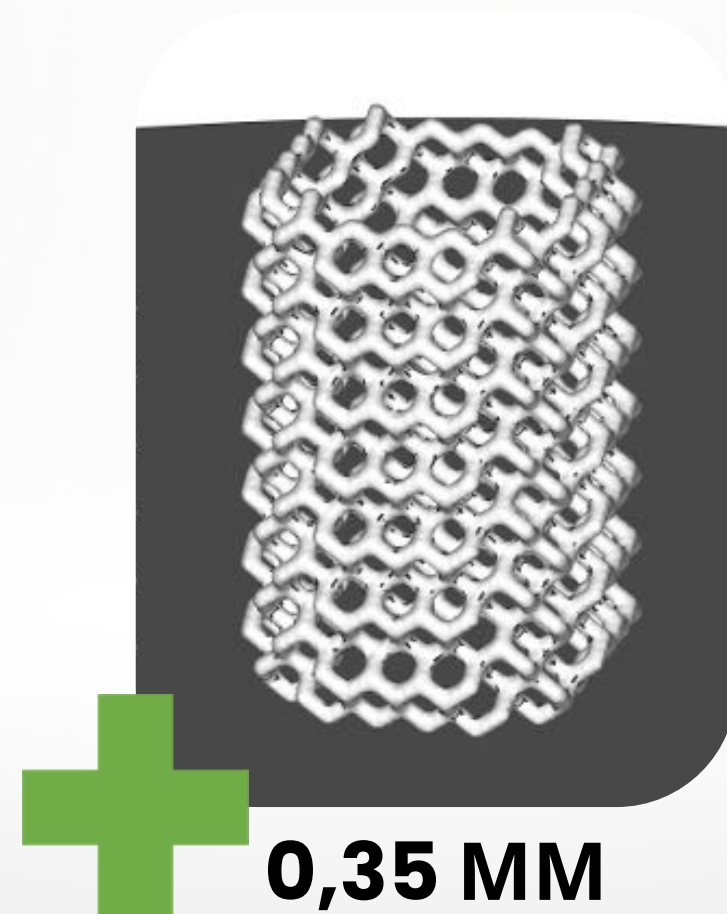
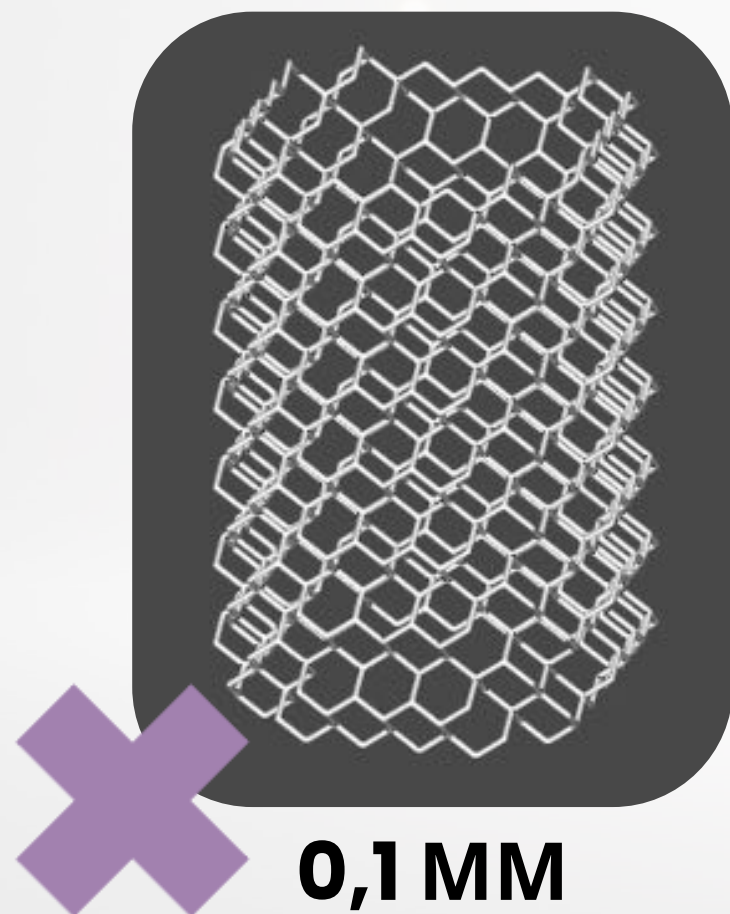


# **ПЕЧАТЬ ИЗДЕЛИЙ С ТОНКИМИ ПЕРЕМОЧКАМИ**



Минимальная возможная толщина перемычек при печати составляет 0,35–0,4 мм из-за необходимости достижения минимальных механических характеристики напечатанного тела; изделия с меньшей толщиной перемычек могут:

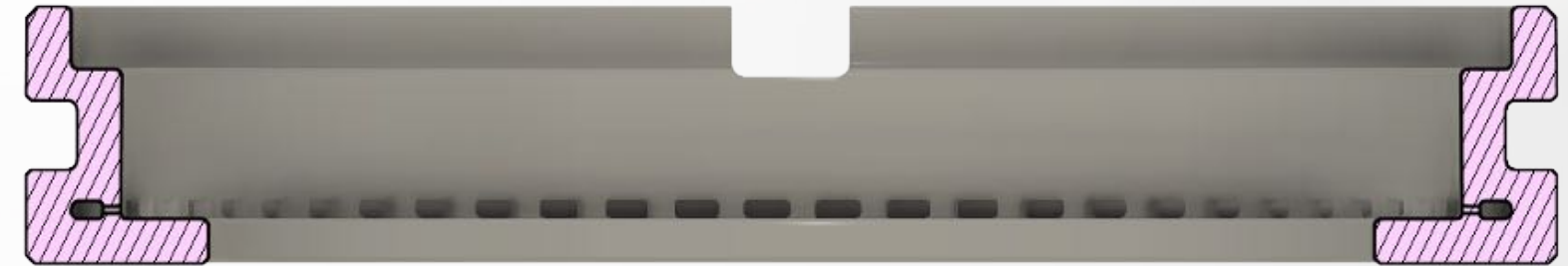
- разрушаться при прохождении ракеля;
- разрушаться при отрыве детали от платформы построения;
- искривляться и разрушаться в процессе очистке из-за воздействия воздухом или растворителем под высоким давлением.



# ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ РАСТРЕСКИВАНИЯ



СЕЧЕНИЕ ИСХОДНОГО ИЗДЕЛИЯ (МАКС. ТОЛЩИНА 8,5 ММ)




ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ С ЦЕЛЮ  
УМЕНЬШЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ТОЛЩИНЫ  
(МАКС. ТОЛЩИНА 3 ММ С ДОБАВЛЕНИЕМ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМОЧЕК)

**При анализе 3D модели для изготовления необходимо обращать внимание на максимальную толщину стенки изделия:**

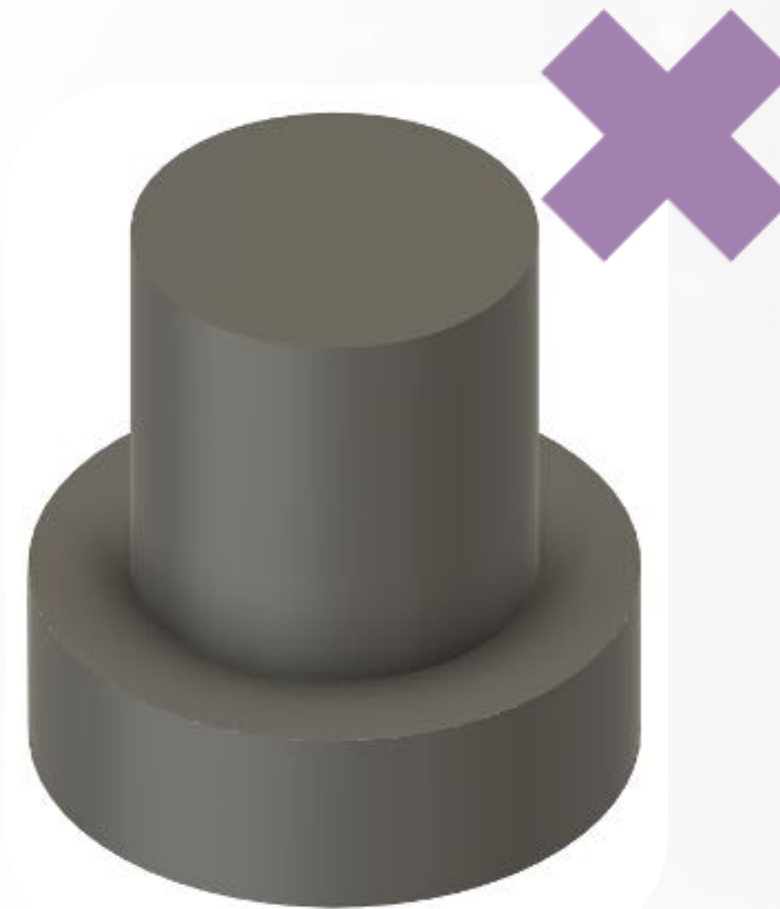
- оптимальная толщина стенки – 3 мм
- допустимо формирование стенок до 8 мм с проведением термообработки изделий в инертных средах
- максимальная толщина стенки, полученная на материале оксид алюминия компании Прокерамика на изделиях простой геометрии (куб) – 14 мм

При наличии стенок толщиной выше 3 мм рекомендуется проведение топологической оптимизации изделия с целью уменьшения толщины стенки при незначительном уменьшении механических характеристик.

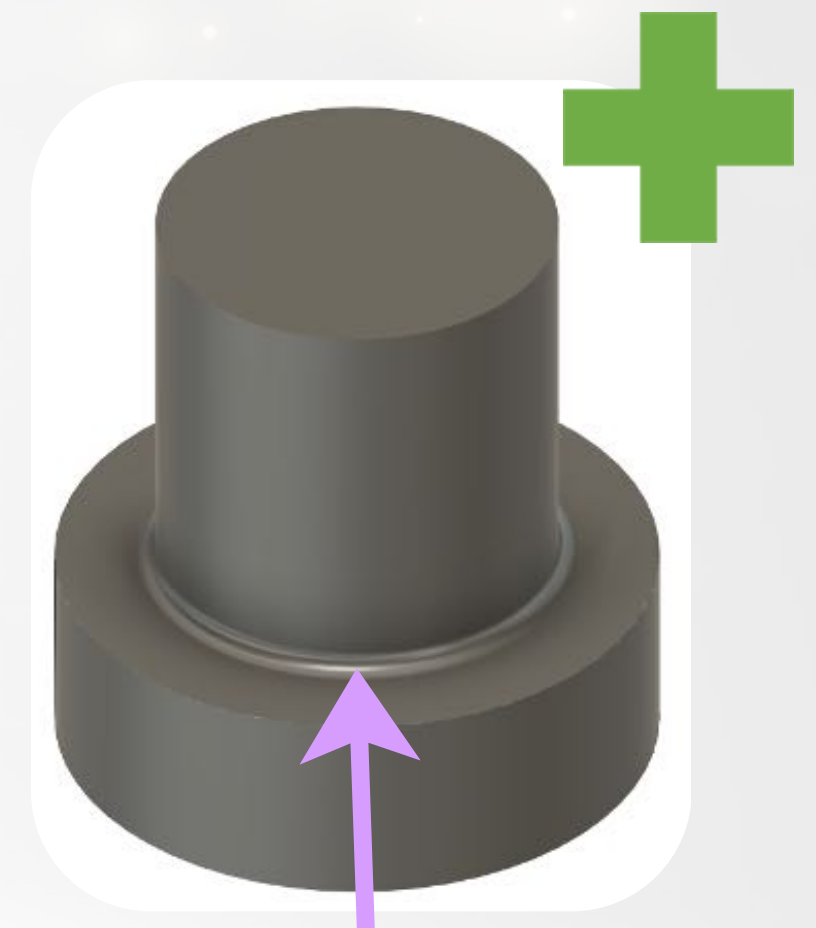
# ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ РАСТРЕСКИВАНИЯ



При наличии нефункциональных прямых углов на поверхности изделия рекомендуется добавить скругления/фаски с радиусом не менее 0,2 мм: наличие прямых углов усложняет процесс очистки и может быть источником трещин в процессе термообработки.



**ИСХОДНОЕ ИЗДЕЛИЕ  
БЕЗ СКРУГЛЕНИЯ В  
МЕСТЕ СОЧЛЕНЕНИЯ  
ДВУХ ЦИЛИНДРОВ**



**ДОБАВЛЕНИЕ  
СКРУГЛЕНИЯ  
РАДИУСОМ  
0,2-0,5 ММ**

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПОСЕТИТЬ САЙТ КОМПАНИИ

СВЯЗАТЬСЯ С МЕНЕДЖЕРОМ



8-800-201-0663



info@proceramika.ru



@proceramika