

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВ В СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ ЛА

**Ю.Л. Афанасьев, Г.А. Мерзляков, В.Б. Пономарев,
А.Г. Рафаилов, В.И. Резниченко.**

**(МАИ, ОАО «Вертолетный Производительный
Комплекс «КОНВЕРС-МИЛЬ»)**

Цель работы

- Особенности проектирования силовых элементов конструкций ЛА из КМ.
- Разработка технологии изготовления силовых элементов конструкций из композиционных материалов методом RTM и инфузии.
- Применение методов неразрушающего контроля КМ на основе томографии.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН

Волокна из базальтовых пород обладают высокой природной исходной прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, долговечностью, электроизоляционными свойствами, производятся из природного, экологически чистого сырья. Поэтому базальтовые волокна имеют необычайную перспективу применения в промышленности, строительстве, энергетике.

Базальты являются исходным сырьем для производства:

- ✓ непрерывных базальтовых волокон (БНВ), диаметром элементарных волокон 6-21 микрон, неограниченной длины;
- ✓ штапельных тонких базальтовых волокон (БТВ), диаметром элементарных волокон 4-8 микрон и длиной до 20 мм;
- ✓ супертонких базальтовых волокон (БСТВ), диаметром элементарных волокон 1-3 микрона и длиной 20-60 мм.



На основе базальтовых волокон производятся материалы (ткани, сетки, холсты, маты), композиционные материалы и изделия.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Области применения продукции
из базальта



Авиационная
промышленность

Автомобилестроение

Машиностроение

Судостроение

Военно-промышленный
комплекс

Сельское хозяйство и переработка
сельхозпродукции

Нефтегазовая
промышленность

Криогенная техника и
оборудование

Энергетика

Дорожное
строительство

Металлургия

Электротехника и
связь

Угольная, горнорудная и
обогащительная

Гражданское и промышленное
строительство

Защита среды обитания
человека

Химическая, нефтехимическая, коксохимическая,
целлюлозобумажная промышленность



Основные свойства стеклянных и базальтовых волокон

| Поз. | Характеристики волокон | Стеклоанное марки «Е» * | Стеклоанное марки «S» | Базальтовое |
|------|--|-------------------------|-----------------------|--|
| 1. | Физико-механические | | | |
| | 1.1. Плотность, г/м ³ | 2540 | 2480 | 2600... 2800 |
| | 1.2. Прочность, МПа: при 20°С при 200°С при 400°С | 3450 3170 1790 | 4585 4280 3570 | 3800... 4100 3600... 3900 3000... 3300 |
| | 1.3. Модуль упругости, ГПа | 72 | 85 | 91... 110 |
| 2. | Теплофизические | | | |
| | 2.1. Температура стабильности, °С | 350... 500 | 400... 550 | 700... 900 |
| | 2.2. Коэффициент теплопроводности, Вт/м · К | 0,034... 0,040 | 0,031... 0,038 | 0,034-0,041 |
| 3. | Химическая устойчивость (химостойкость) | | | |
| | Потеря массы после трех часов кипячения, %: - в воде - в растворе NaOH - в растворе HCl | 0,7 6,9 38,9 | 0,65 6,5 35,5 | 0,2 6,0 2,2 |
| 4. | Электрические | | | |
| | 4.1. Удельное объемное сопротивление, Ом · м | 1 x 10 ¹¹ | 1 x 10 ¹² | 1 x 10 ¹² |
| | 4.2. Относительная диэлектрическая проницаемость | 2,3 | 2,2 | 2,2 |
| 5. | Цена (руб.) за 1 кг | 40-55 | более 250 | 65-90 |

- около 90% всего производимого стекловолокна



конструкция вертикально-осевой ветроэнергетической установки

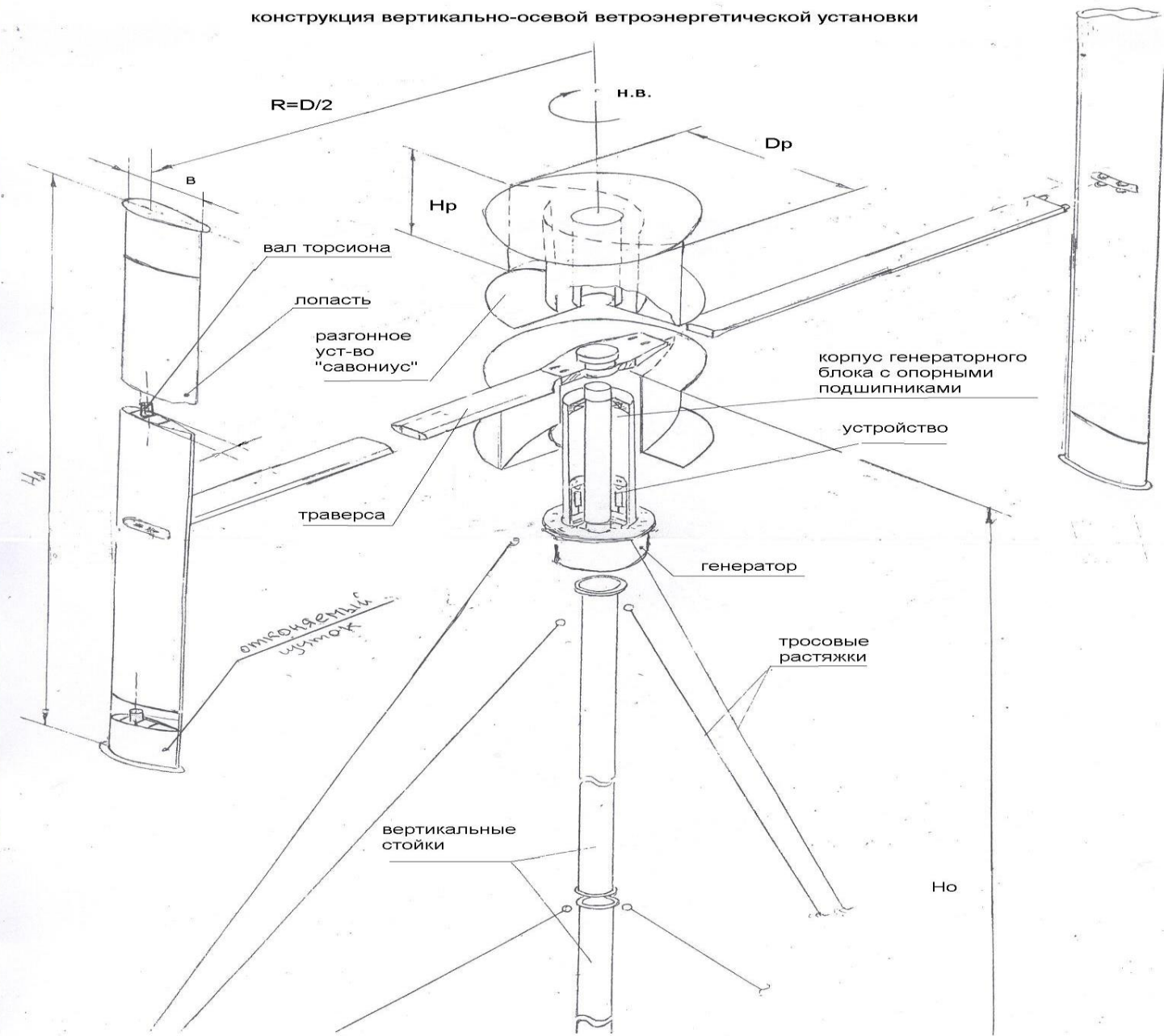


рисунок 1

ЛОПАСТЬ

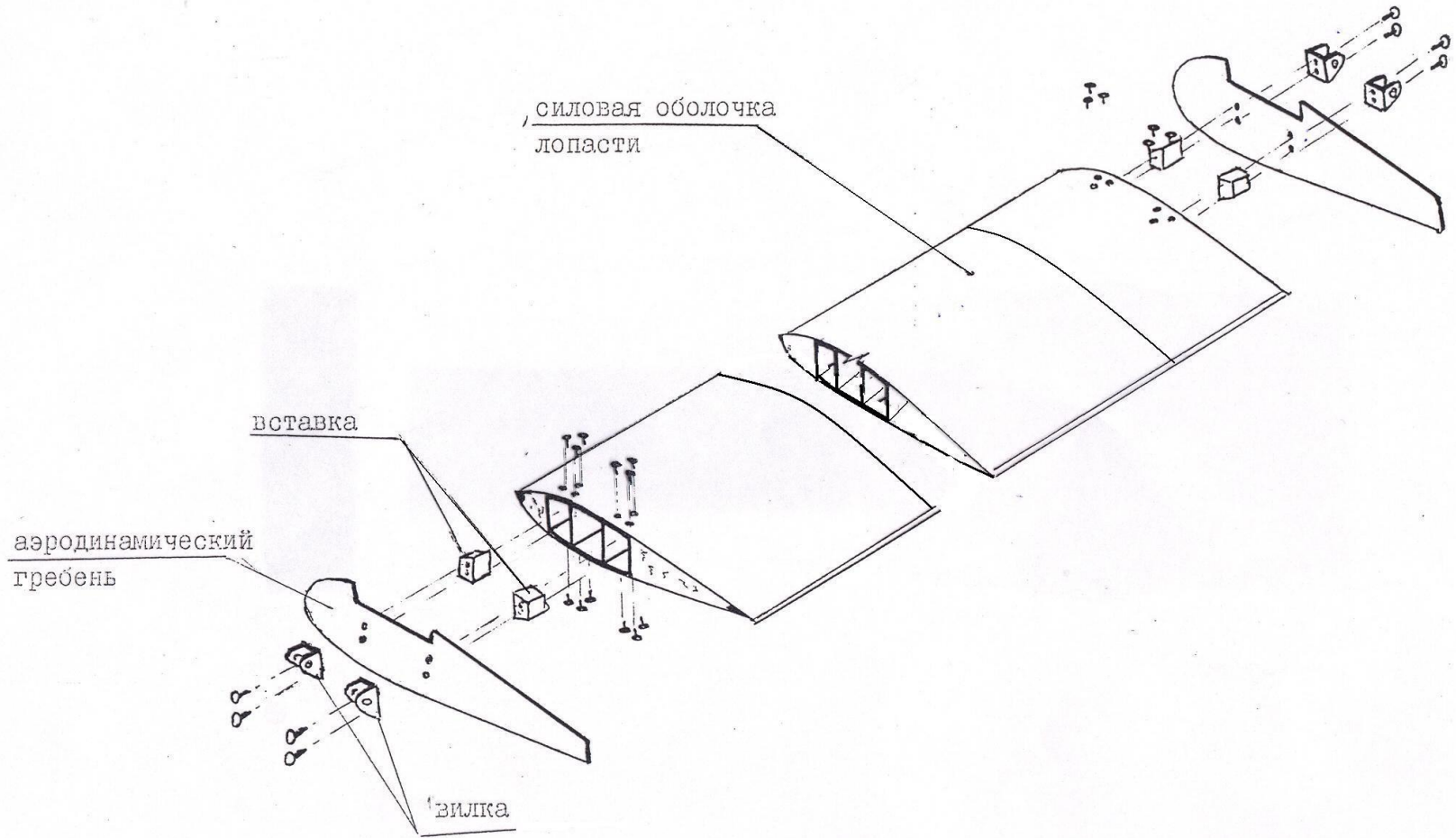
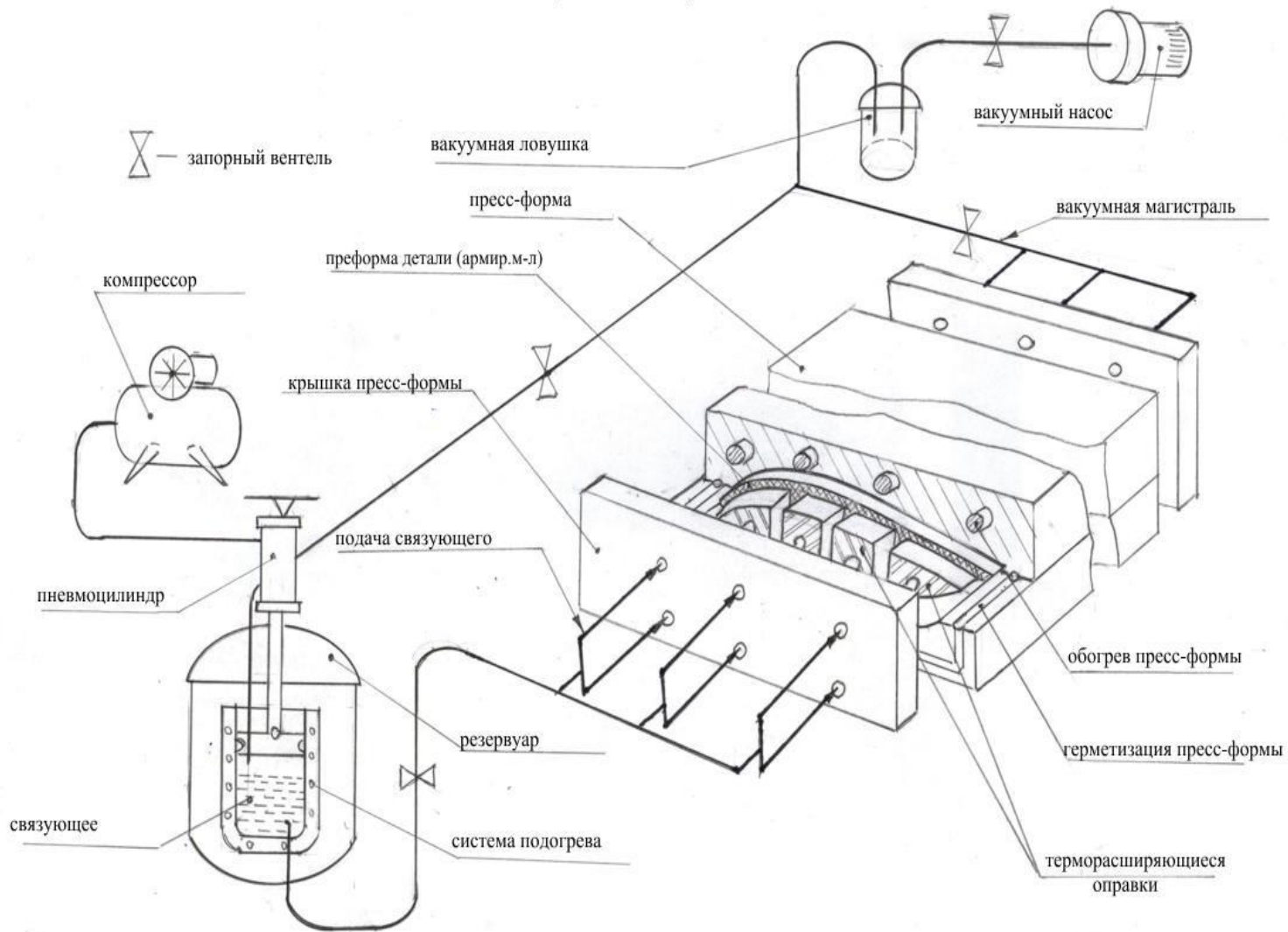


рисунок 3

Схема формирования детали методом пропитки под давлением (RTM-метод)



КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ ДЛЯ
ФОРМОВАНИЯ ТРАВЕРСЫ ВЗУ

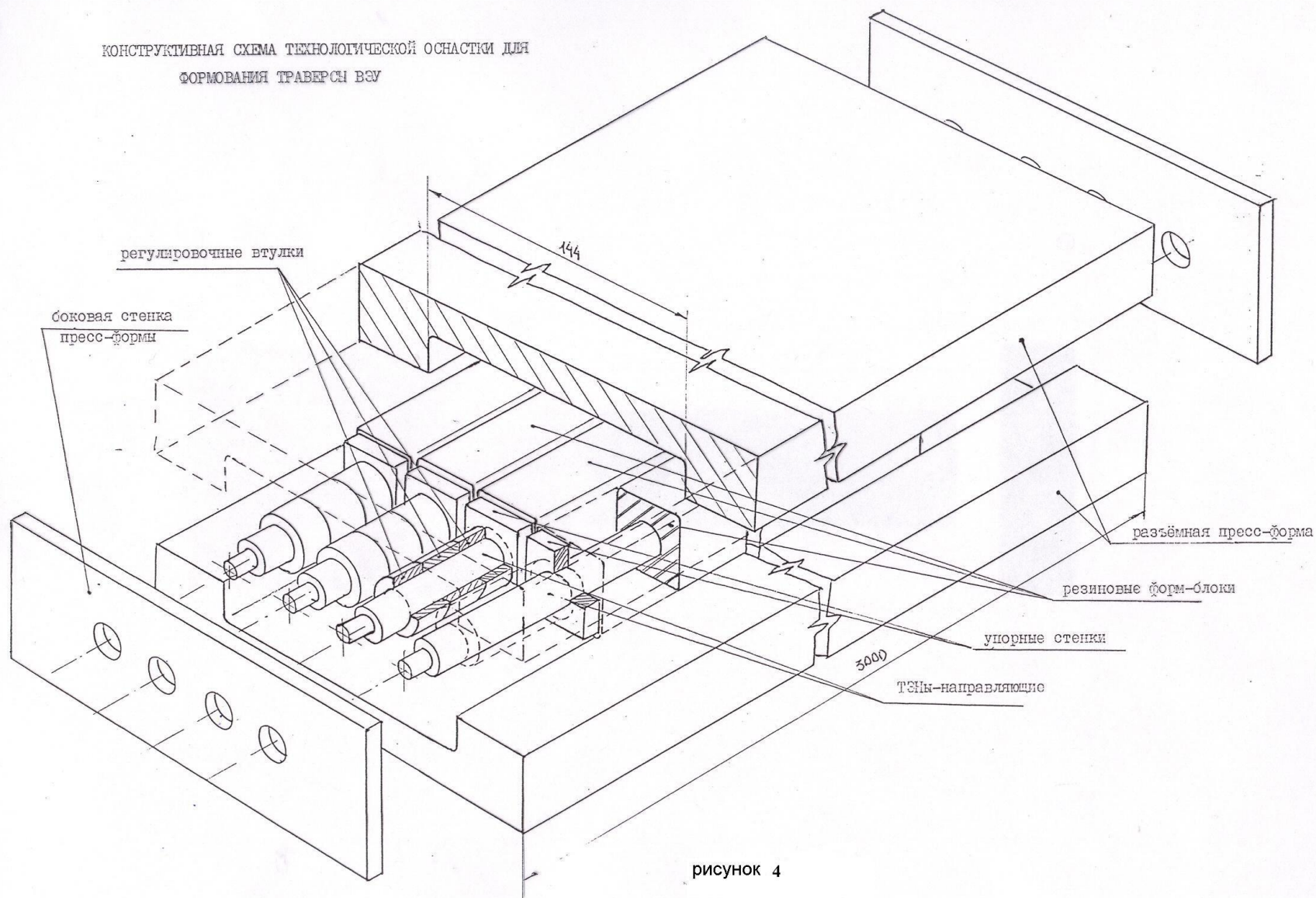


рисунок 4

схема изготовления трехслойной детали инфузионным методом

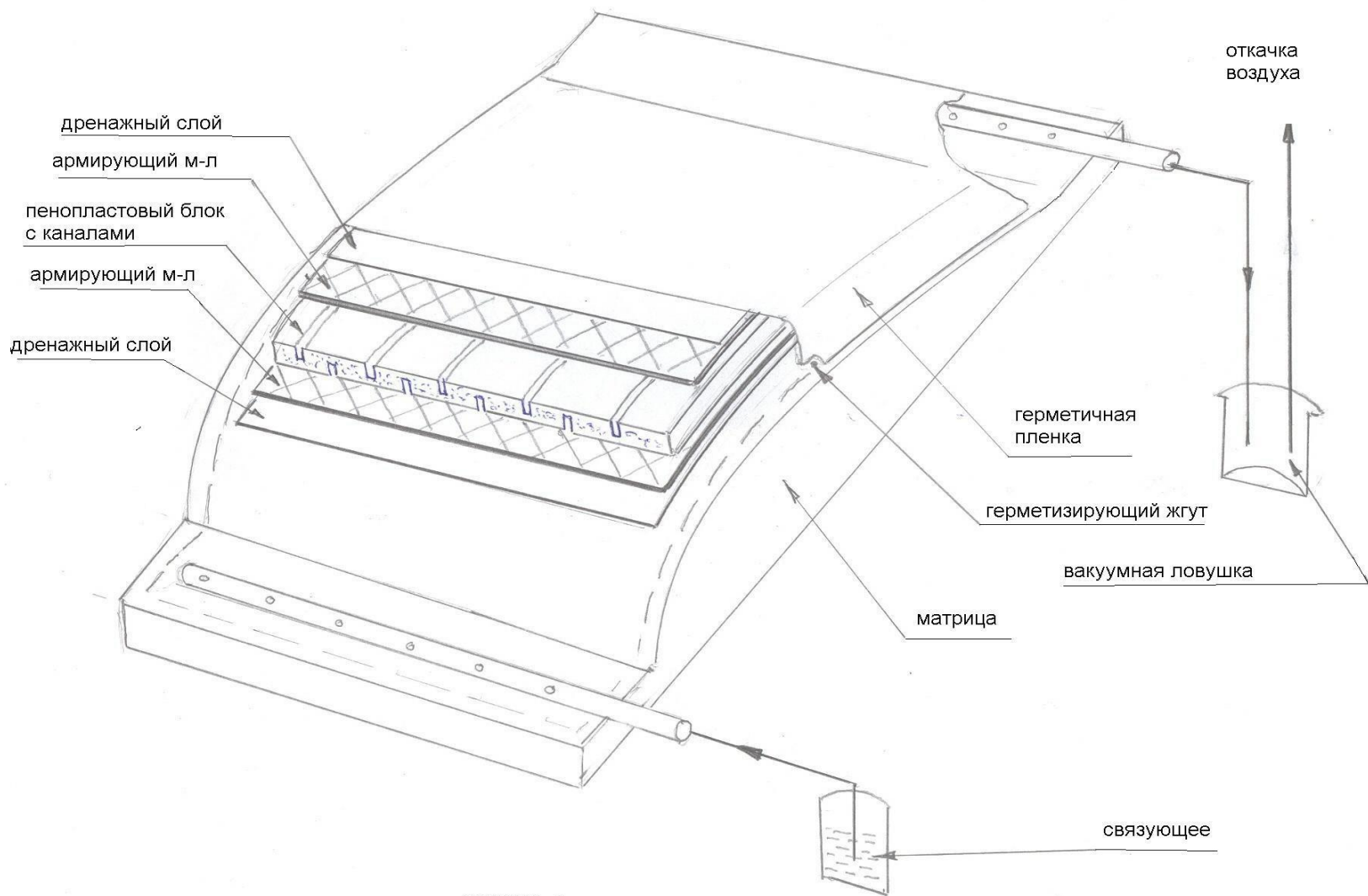


рисунок 5

Выводы

- Предложена технология изготовления силовых элементов конструкций ЛА из КМ на основе современных стеклянных и базальтовых волокон методом RTM.
- Для изготовления менее нагруженных элементов ЛА рекомендуется использовать инфузионный метод с вакуумным способом создания формующего давления (RVI).
- Разработанные технологии обеспечивают максимальное качество изделия и минимальные затраты по себестоимости изготовления изделия и оснастки.