

Схематично соответствие кодов и обозначений в матрице трехмерным моделям и узлам сборки представлено на рисунке, на примере моделирования узла «статор обмотанный».

Применение декомпозиционных матриц в практике конструирования ЭМ на ОАО ПЭМЗ показало, что они значительно интенсифицируют труд конструктора и формализовано отражают оптимальный процесс моделирования ЭМ. Анализ структуры матриц позволяет выявить обобщенные конструкции ЭМ и сформулировать обобщенную методику их моделирования. Анализ применимости деталей и узлов в сборках открывает широкие возможности для унификации их конструкции и дальнейшего повышения эффективности, как моделирования, так и технологии изготовления ЭМ.

*Н.П. СОЛНЫШКИН, А.И. САМАРКИН, О.В. НЕГИНА*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИКА ПРИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОВОЛОЧНОЙ РЕЗКЕ**

В статье приводятся результаты моделирования течения диэлектрика при электроэрозионной обработке, и выполнен анализ влияния указанного течения на продольный профиль обрабатываемого изделия.

Электроэрозионная обработка с применением непрофилированного электрода-провода позволяет получить высокоточные вырезанные контуры в закаленном металле. Ориентировочные значения допуска взаимного расположения контуров составляют 0,01-0,03 мм, а отклонение формы профиля – около 0,01 мм.

Дальнейшее повышение точности обработки существующими методами (повышение точности исполнения узлов станка, повышение жесткости элементов динамической системы станка, внедрение систем сверхточного позиционирования путем использования линейных электродвигателей) является, во-первых, высокочрезвычайно, а, во-вторых – малоэффективным, так как основную роль в балансе точности обработки играет лимитирующее звено – электрод-провода диаметром 0,1 – 0,3 мм (далее принимается часто используемое на практике значение диаметра 0,2 мм), при расстоянии между направляющими (фильерами) 20-60 мм.

Таким образом, электрод можно рассматривать как нить (растяжимую или нерастяжимую), обладающую пренебрежимо малой собственной жесткостью.

Перспективным методом повышения точности обработки является коррекция управляющей программы станка на расчетную величину погрешности обработки, что требует провести научно обоснованный расчет ожидаемой погрешности с учетом, по крайней мере, ее основных источников. Результаты исследований авторов позволяют выделить следующие основные источники статической погрешности обработки, воздействующие на нежесткий электрод:

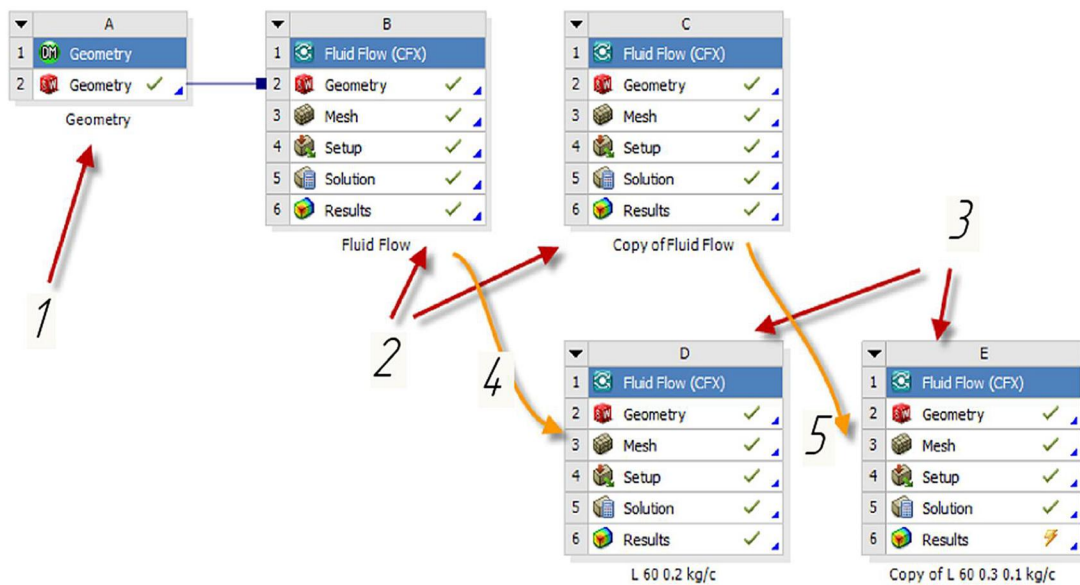
1. Давление потока диэлектрика.
  2. Сопротивление резанию со стороны материала заготовки.
- Определение силовых нагрузок от потока диэлектрика представляет собой достаточно сложную и интересную в научном отношении задачу, поскольку:
1. Течение жидкости определяется дифференциальными уравнениями Навье-Стокса, общее решение которых отсутствует и существует в явном виде лишь для относительно простых случаев (например, поток крови по капилляру).
  2. Решение с помощью численных методов вручную затруднительно, так как задача является плохо обусловленной (поскольку длина электрода – 20-60 мм в 100-600 раз больше его же диаметра) и доступные схемы (методы Рунге-Кутты или вариации метода Адамса) или не сходятся, или сходятся неприемлемо долго.

Следовательно, для решения поставленной задачи необходимо использовать один из пакетов конечноэлементного анализа. Пакет должен обеспечивать встроенный контроль сходимости решения и позволять передавать результаты анализа течения жидкости (в частности – давление) в анализ упругих перемещений от заданной нагрузки. Одним из таких комплексных средств является ANSYS (ознакомительная версия).

Моделированию подвергались следующие характерные случаи обработки:

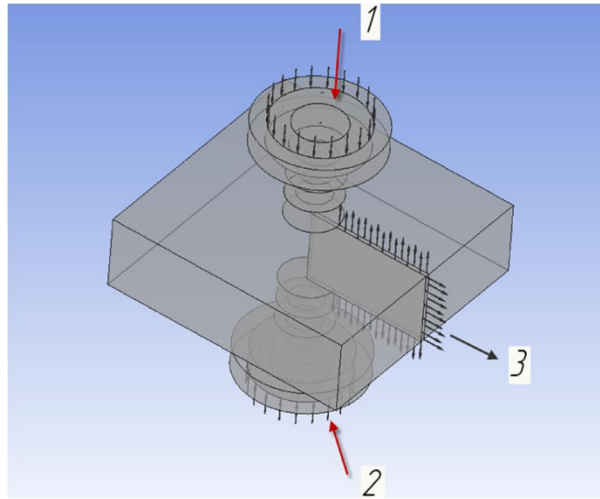
- 1) По качеству обработки:
  - a) Предварительная резка (электрод в замкнутом канале);
  - b) Окончательная резка (электрод касается детали с одной стороны).
- 2) По расстоянию между фильерами:
  - a) Деталь малой толщины (расстояние между фильерами около 25 мм, электрод сравнительно жесткий);
  - b) Деталь повышенной толщины (расстояние между фильерами около 80 мм, электрод сравнительно податливый).
- 3) По давлению в фильерах:
  - a) Равное давление в фильерах;
  - b) Неравномерное давление в фильерах (расход диэлектрика в соотношении 1:3).
- 4) По расположению нити:
  - a) Вертикальное расположение нити (прямой рез);
  - b) Наклонное расположение нити (конусная резка).
- 5) По форме обрабатываемой поверхности
  - a) Пряма резка (по плоскости);
  - b) Резка по окружности (резка штифтов).
  - c) Резка окон прямоугольной формы.

Типичная последовательность моделирования представлена на следующей блок-схеме:



**Рис. 1.** Последовательность моделирования: 1 – импорт геометрии из CAD системы; 2,3 – анализ течения диэлектрика с разделенными геометрическими данными; 4,5 – анализ течения диэлектрика с разделенными начальными условиями

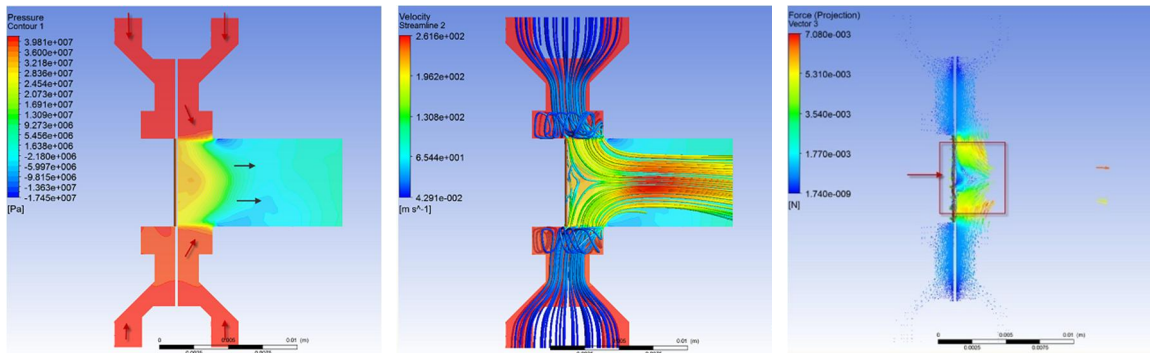
Для сокращения времени моделирования была разработана параметризованная (изменяемая при изменении таких параметров как толщина детали, угол наклона нити, диаметр электрода) расчетная схема:



**Рис. 2.** Расчётная схема: 1,2 – области подачи диэлектрика, 3 – область отвода жидкости

Результатами расчёта являются эпюры параметров потока жидкости, из которых для последующих исследований наибольший интерес представляют эпюра линий потока диэлектрика, эпюра давления и эпюра распределенной нагрузки на электрод.

Для типичного случая (вертикальная резка в закрытом канале детали толщиной 20 мм) эпюры имеют следующий вид:



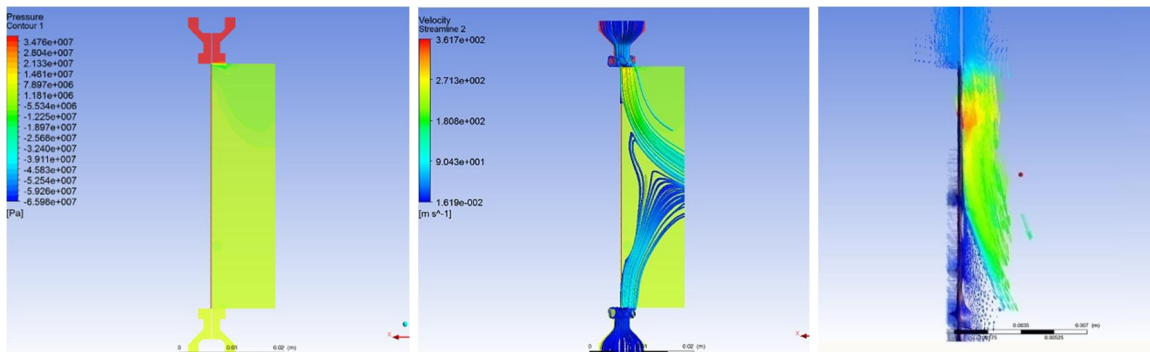
А) давление потока

Б) линии потока

В) сила давления потока

**Рис. 3.** Эпюры (резка детали толщиной 20 мм)

Для имеющего место на практике случая неравномерной подачи диэлектрика и при толщине заготовки 60 мм:



А) давление потока

Б) линии потока

В) сила давления потока (в области верхней фильеры)

**Рис. 4.** Эпюры (резка детали толщиной 60 мм)

Рассчитанные параметры движения потока в дальнейшем передаются в модуль прочностного анализа для оценки прогиба электрода и учета влияния прогиба на

точность изготовления бокового профиля. В доступной авторам литературе соответствующие расчеты не выполнялись.

*В.В. ШЕВЕЛЬКОВ., А.С. БЫЛЕЕВ*

## **АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НВИЭ**

В статье проведен анализ солнечных и ветровых ресурсов Псковской области, показаны изменения продолжительности различных показателей в течении года, основные показатели разбиты по градациям, что позволяет видеть эффективность при использовании различных нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

В последнее время автономные энергоустановки мощностью от нескольких сотен ватт до нескольких десятков киловатт являются широко востребованными в различных секторах экономики и географических регионах России, где существуют трудности с системами централизованного энергоснабжения или необходим автономный источник энергии. Сегодня энергоснабжение автономных потребителей обеспечивается в основном с помощью бензиновых и дизель-генераторов, эксплуатация которых сопряжена с большими затратами на периодический завоз топлива и обслуживание. Дополнительными негативными факторами использования таких установок являются выбросы продуктов сгорания в окружающую среду и шум. Серьезной экологической проблемой является загрязнение окружающей среды топливными контейнерами.

Основными факторами влияющими на выбор НВИЭ являются анализ эффективности применения конкретной установки в данной местности, анализ погодных условий, рельефа и др. В данной статье рассматриваются два климатических фактора: энергия солнца и ветра. Использование энергии солнца и ветра в различных установках (солнечный коллектор, солнечная батарея, установка ветроэлектрическая) позволяет получать тепловую, механическую и электрическую энергию.

### **Географическое расположение Псковской области**

Территория Псковской области расположена в умеренном климатическом поясе, между 55 и 59 градусом северной широты (крайние точки: северная 59 01с.ш.; южная 55 37 с.ш.; западная 27 21 в.д.; восточная 31 30 в.д.). Климат характеризуется как умеренно-континентальный, влажный, смягченный относительной близостью Атлантического океана. Средняя температура января от -7 до -8 С, июля от +17 до 17,5 С. Количество осадков 550650 мм в год, в основном летний и осенний период.

### **Анализ солнечных ресурсов Псковской области**

Лучистая энергия солнца (солнечная радиация) является основным источником энергии, за счет которой совершаются разнообразные процессы, как в атмосфере, так и на поверхности земли. Проходя через атмосферу, солнечная радиация частично поглощается различными газами и частично рассеивается атмосферой, различными примесями и облаками. К поверхности земли она поступает в виде прямой радиации и рассеянной, составляющих в совокупности суммарную радиацию.

Количество поступающей к поверхности земли радиации определяется, прежде всего, астрономическими факторами: продолжительностью дня и высотой солнца над горизонтом.

Продолжительность дня, а, следовательно, и возможная продолжительность солнечного сияния значительно изменяется в течение года (рис. 1). Самый длинный день в Пскове (18 ч 20 мин) приходится на 22 июня (день летнего солнцестояния), а самый короткий (6 ч 08 мин) – на 22 декабря (день зимнего солнцестояния). В эти дни высота